

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

28.4.2004

REC'D 21 MAY 2004

WIPO

PCT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2003年 6月27日

出願番号
Application Number: 特願2003-185637
[ST. 10/C]: [JP 2003-185637]

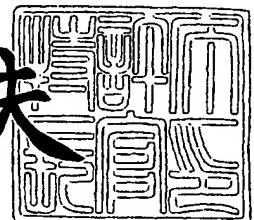
出願人
Applicant(s): シャープ株式会社

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 4月21日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 03J01694

【提出日】 平成15年 6月27日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 B41J 2/135

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

【氏名】 出口 治彦

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

【氏名】 吉岡 智良

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

【氏名】 坂本 泰宏

【特許出願人】

【識別番号】 000005049

【氏名又は名称】 シャープ株式会社

【代理人】

【識別番号】 100080034

【弁理士】

【氏名又は名称】 原 謙三

【電話番号】 06-6351-4384

【選任した代理人】

【識別番号】 100113701

【弁理士】

【氏名又は名称】 木島 隆一

【選任した代理人】

【識別番号】 100116241

【弁理士】

【氏名又は名称】 金子 一郎

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 003229

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0208489

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ノズルプレート及びその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

液状物質を吐出する第 1 ノズル穴を有する第 1 ノズル層と、第 1 ノズル穴と連通し、上記液状物質の供給を受ける第 2 ノズル穴を有する第 2 ノズル層との間に、第 1 ノズル層よりエッチングに対する耐性が高い遮蔽層を介在させたノズルプレートにおいて、

上記遮蔽層は、第 1 ノズル穴および第 2 ノズル穴が連通する連通部の周囲に、局所的に形成されていることを特徴とするノズルプレート。

【請求項 2】

上記遮蔽層は、第 2 ノズル層よりエッチングに対する耐性が高く、その外形は上記連通部における第 2 ノズル穴の外形より大きいことを特徴とする請求項 1 に記載のノズルプレート。

【請求項 3】

上記第 1 ノズル穴は、上記第 1 ノズル層の貫通部と上記遮蔽層の貫通部とから構成されていることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のノズルプレート。

【請求項 4】

上記第 2 ノズル穴は、第 1 ノズル穴との連通部が狭まったテーパ形状であることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載のノズルプレート。

【請求項 5】

上記第 1 ノズル層および第 2 ノズル層がともに高分子有機材料で構成され、上記遮蔽層が金属材料、無機酸化物材料、無機窒化物材料のうちの少なくとも 1 つから形成されていることを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載のノズルプレート。

【請求項 6】

上記第 1 ノズル層および第 2 ノズル層がともにポリイミド樹脂で形成され、上記遮蔽層が、Ti、Al、Cu、Au、Pt、Ta、W、Nb、SiO₂、Al₂O₃、SiN から選定される少なくとも 1 つの材料を主成分とすることを特徴と

する請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載のノズルプレート。

【請求項 7】

第 1 ノズル層と第 2 ノズル層の少なくとも一方が Si、SiO₂、Si₃N₄のうちの少なくとも 1 つを主成分とする材料によって形成され、上記遮蔽層が、Al、Cu、Au、Pt、Al 酸化物、Al 窒化物のうちの少なくとも 1 つを主成分とする材料によって形成されていることを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載のノズルプレート。

【請求項 8】

液状物質を吐出する一つ以上の第 1 ノズル穴を有するノズル層と、上記第 1 ノズル穴に連通するとともに上記液状物質の供給を受ける第 2 ノズル穴を有し、上記ノズル層に固着される補強板と、ノズル層よりエッチングに対する耐性が高く、少なくとも、第 1 ノズル穴および第 2 ノズル穴の連通部の周囲に形成された遮蔽層とを備えたことを特徴とするノズルプレート。

【請求項 9】

上記遮蔽層は第 2 ノズル穴の開口範囲内に形成されていることを特徴とする請求項 8 に記載のノズルプレート。

【請求項 10】

上記第 1 ノズル穴は、上記第 1 ノズル層の貫通部と上記遮蔽層の貫通部とから構成されていることを特徴とする請求項 8 または 9 に記載のノズルプレート。

【請求項 11】

上記ノズル層が高分子有機材料によって形成され、上記遮蔽層が金属材料、無機酸化物材料、無機窒化物材料のうちの少なくとも 1 つによって形成され、上記補強板が Si、無機酸化物材料、高分子有機材料のうちの少なくとも 1 つによって形成されていることを特徴とする請求項 8 から 10 のいずれか 1 項に記載のノズルプレート。

【請求項 12】

上記ノズル層がポリイミド樹脂で構成され、上記遮蔽層が Ti、Al、Cu、Au、Pt、W、Nb、SiO₂、Al₂O₃、SiN から選定される少なくとも 1 つの材料で構成され、補強板が Si、ガラス、Al₂O₃ の少なくとも 1 つを主

成分とするセラミック材料あるいはポリイミド樹脂から構成されていることを特徴とする請求項 8 から 11 のいずれか 1 項に記載のノズルプレート。

【請求項 13】

上記ノズル層が Si、SiO₂、Si₃N₄のうちの少なくとも 1 つを主成分とする材料によって構成され、上記遮蔽層が Al、Cu、Au、Pt、Al 酸化物、Al 窒化物のうちの少なくとも 1 つを主成分とする材料で構成され、上記補強板が、Si、ガラス、Al₂O₃のうちの少なくとも 1 つを主成分とするセラミック材料あるいはポリイミド樹脂によって形成されていることを特徴とする請求項 8 から 10 のいずれか 1 項に記載のノズルプレート。

【請求項 14】

液状物質を吐出する第 1 ノズル穴を有するノズルプレートの製造方法であって、

上記第 1 ノズル穴を形成するためのノズル層を形成する工程と、

上記第 1 ノズル穴の一部となる開口部を有し、第 1 ノズル穴を形成する際のエッチングマスクとなる遮蔽層を、上記ノズル層上に局所的に形成する工程と、

上記遮蔽層をエッチングマスクとして、上記開口部からノズル層をエッチングし、上記開口部からノズル層を貫通する第 1 ノズル穴を形成する工程とを含むことを特徴とするノズルプレートの製造方法。

【請求項 15】

上記の 3 つの工程に続いて、別途形成された第 2 ノズル穴を有する補強板を上記ノズル層に接合する工程を行うことを特徴とする請求項 14 に記載のノズルプレートの製造方法。

【請求項 16】

液体を吐出するためのノズル穴を有するノズルプレートの製造方法であって、第 1 ノズル穴を加工するための第 1 ノズル層を形成する第 1 工程と、

上記第 1 ノズル穴の一部となる開口部を有し、該第 1 ノズル穴のエッチング時のエッチングマスクとなる遮蔽層を、上記ノズル層上に局所的に形成する工程と、

上記第 1 ノズル層および遮蔽層の上に、第 2 ノズル穴を加工するための第 2 ノ

ズル層を形成する第3工程と、

上記第2ノズル層をエッチングすることで、該第2ノズル層を貫通し、上記遮蔽層に達する第2ノズル穴を加工する第4工程と、

上記遮蔽層をエッチングマスクとして、上記開口部から第1ノズル層をエッチングすることで該第1ノズル層を貫通する第1ノズル穴を加工する第5工程とを含むことを特徴とするノズルプレートの製造方法。

【請求項17】

上記第4工程と第5工程とを連続して行うことを特徴とする請求項16に記載のノズルプレートの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は微小ドットによる微細パターンを形成する、微小ドット形成装置に用いるノズルプレートの構造とその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来においては、インクジェットプリンターは専ら紙を媒体とし、文字通りプリンターとして利用されてきた。ところが、近年インクジェットプリンター技術の汎用性および低コスト性に着目し、従来フォトリソグラフィ技術で加工されていた、液晶表示装置用のカラーフィルタ等の微細パターンの形成や、プリント配線板の導体パターンの形成などへのインクジェットプリンターの応用が注目されている。そこで、近年、微小なインクドットを描画対象（例えば、液晶表示用のカラーフィルタやプリント配線板等）に直接描画することにより微細パターンを高い精度で形成することができる微小ドット形成装置の開発が活発となっている。

【0003】

このような微小ドット形成装置においては、吐出安定性や高度の着弾精度など高い吐出特性をもつノズルプレートが必要となる。

【0004】

以下に従来のノズルプレートの構成と製造方法を説明する。特許文献1にはドライエッチングと湿式エッチングによってノズルプレートを形成する技術が開示されている。図11(a)(b)は上記特許文献1に記載のノズルプレート(以下、従来の構成と称する)の説明図である。

【0005】

従来のノズルプレートは、SOI(Silicon on Insulator)基板21からなる。SOI基板21は、図11(a)(b)に示すように、支持体であるSi層25上の全域にわたってエッチングストップ層であるSiO₂層26を有し、さらにこのSiO₂層26上に活性層であるSi層24を有する。そして、Si層24にはオリフィス22が形成され、Si層25にはテーパ部23が形成されており、このオリフィス22およびテーパ部23が連通されている。

【0006】

従来のノズルプレート製造方法(以下、従来の方法と称する)は以下の通りである。まず、活性層であるSi層24の表面を酸化し、酸化膜(図示せず)を形成する。そして、この酸化膜28に所定のパターンを形成し、このパターンをマスクとしてドライエッチングを行い、エッチングストップ層であるSiO₂層26でエッチングをとめ、オリフィス22を形成する。次に、支持層であるSi層25の表面を酸化し、酸化膜(図示せず)を形成する。この酸化膜に所定のパターンを形成し、このパターンをマスクとして、アンダーカットを生じる条件でドライエッチングを行い、SiO₂層26でエッチングをとめ、テーパ部23を形成する。最後に、オリフィス22とテーパ部23との間のSiO₂層26や表面の酸化膜をフッ酸系のエッチング液で除去する。

【0007】

【特許文献1】

特開平9-216368号公報(公開日:1997年8月19日)

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、従来の構成には以下のような問題がある。

【0009】

①エッチングストップ層である SiO_2 層 26 が Si 層 24・ Si 層 25 間の全域にわたって形成されているため、 Si と SiO_2 の線膨張率の差に起因する応力によってノズルプレートに大きな反りが発生するおそれがある。このノズルプレートの反りは、ノズルプレートとインクジェットヘッドとの接合精度の低下のみならずノズルプレート自体の構造的信頼性の低下という問題を招来する。

【0010】

②また、従来のノズルプレートにおいて、上記したような Si と SiO_2 の線膨張率の差に起因するノズルプレートの反りを回避するためには、 Si 層 24 および Si 層 25 に十分な剛性が必要となる。したがって、オリフィス 22 が形成される Si 層 24 およびテーパ部 3 が形成される Si 層 25 の層厚が大きくなるを得ない (Si 層 24 が $15\mu\text{m}$ 、 Si 層 25 が $100\mu\text{m}$)。

【0011】

これにより、オリフィス 22 やテーパ部 23 形成時の Si のエッチング量が多くなり、エッチング時の誤差が大きくなる。すなわち、液滴の流路となるノズル (オリフィス 22 およびテーパ部 23) の形成精度が低くなる。この点、特許文献 1 には、上記ノズルの加工精度が寸法設計値に対して ± 1 ミクロン以内である、との記載があるが、微細ドット形成装置に適用するには加工精度が低い。

【0012】

本発明は、上記問題に鑑みなされたものであり、その目的は、高い形成精度の第 1 ノズル穴を備え、かつ、反り等の変形のおそれの少ないノズルプレートおよびその製造方法を提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】

本発明のノズルプレートは、上記課題を解決するために、液状物質を吐出する第 1 ノズル穴を有する第 1 ノズル層と、第 1 ノズル穴に連通し、上記液状物質の供給を受ける第 2 ノズル穴を有する第 2 ノズル層との間に、第 1 ノズル層よりエッチングに対する耐性が高い遮蔽層を介在させたノズルプレートにおいて、上記遮蔽層は、第 1 ノズル穴および第 2 ノズル穴が連通する連通部の周囲に、局所的

に形成されていることを特徴としている。

【0014】

まず、上記第1ノズル穴は、第2ノズル穴に供給された液状物質を吐出するためのものである。ここで、上記液状物質とは、液体のみならず、第1ノズル穴から吐出可能な程度の粘性を有する物質を含む。

【0015】

また、上記遮蔽層は、第1ノズル穴および第2ノズル穴が連通する連通部の周囲に形成されており、第1ノズル穴のエッチングの際、第1ノズル穴の開口部の形状を規定するマスクとなる。

【0016】

上記構成によれば、上記遮蔽層が局所的に設けられているため、第1ノズル層と遮蔽層あるいは第2ノズル層と遮蔽層との接触部分の面積を小さくできる。これにより、第1ノズル層および第2ノズル層と遮蔽層との線膨張率の差に起因する応力の発生を大幅に抑制することができ、ノズルプレートに大きな反りが発生することを防止できる。したがって、ノズルプレートを、例えばインクジェットヘッドと接合する際に、接合精度を上げることができるとともに、ノズルプレート自体の構造的信頼性を上げることができる。

【0017】

さらに、上記のような応力の発生を抑制できることで、第1ノズル層および第2ノズル層に要求される剛性が減少し、第1ノズル層および第2ノズル層の層厚を小さくすることができる。すなわち、第1ノズル穴や第2ノズル穴のエッチングに伴うエッチング量が少なくなり、形成誤差を小さくできる。これにより、高い形成精度の第1ノズル穴および第2ノズル穴を備えることができる。

【0018】

また、上記のように第1ノズル層および第2ノズル層の層厚を小さくすることができるため、第1ノズル穴および第2ノズル穴を小さく形成することができる。これにより、第1ノズル穴の集積度を上げることができ、ひいては描画の解像度を向上させることができる。

【0019】

また、本発明のノズルプレートは、上記構成に加え、上記遮蔽層の外形は、上記連通部における第2ノズル穴の外形より大きいことが望ましい。

【0020】

ここで、上記遮蔽層の外形が、上記連通部における第2ノズル穴の外形と一致する状態が、局所的に形成した遮蔽層の外形の最小限度である。なぜなら、遮蔽層の外形が、形成しようとする第2ノズル穴の連通部における外形より小さいと、第2ノズル穴のエッチングは、遮蔽層の周囲において第1ノズル層へと進行してしまうからである。

【0021】

したがって、上記構成のように、遮蔽層の外形をこの最小限の外形（上記連通部における第2ノズル穴の外形）より大きくすることによって、遮蔽層は第2ノズル穴のエッチング時のストッパとして機能し、第2ノズル穴のエッチングを遮蔽層で確実に止めることができる。

【0022】

また、これにより、第2ノズル層をエッチングする際、第2ノズル穴が遮蔽層を貫通することがないので、第1ノズル層の厚さが一定に保たれることになり、液状物質の流路抵抗にばらつきが生じることがない。

【0023】

また、本発明のノズルプレートは、上記構成に加え、第1ノズル穴は、上記第1ノズル層の貫通部と上記遮蔽層の貫通部とから構成されていることが望ましい。

【0024】

上記構成によれば、遮蔽層をエッチングマスクとして、遮蔽層の貫通部の口径と同一口径の貫通部を第1ノズル層に形成することができる。これにより、形状精度の高い第1ノズル穴を備えることができる。

【0025】

また、本発明のノズルプレートは、上記構成に加え、上記第2ノズル穴は、第1ノズル穴との連通部が狭まったテーパ形状であることが望ましい。

【0026】

上記構成によれば、第2ノズル穴がテーパ形状であるため、第2ノズル穴において、供給された液状物質に乱流が発生しにくく、液滴の吐出安定性を高めることができる。

【0027】

また、本発明のノズルプレートは、上記構成に加え、上記第1ノズル層および第2ノズル層がともに高分子有機材料で構成され、上記遮蔽層が金属材料、無機酸化物材料、無機窒化物材料のうちの少なくとも1つから形成されていることが望ましい。

【0028】

上記構成によれば、第1ノズル層および第2ノズル層を、酸素を用いたプラズマによるドライエッチングで容易に加工できる。加えて、遮蔽層は上記酸素を用いたプラズマによるドライエッチングに対してエッチング耐性が高く、ほとんどエッチングされない。これにより、より一層高い形成精度の第1ノズル穴および第2ノズル穴を備えることができる。

【0029】

また、第2ノズル層に形成される第2ノズル穴が遮蔽層を貫通することもないので、第1ノズル層の厚さを一定に保つことができ、吐出すべき液状物質の流路抵抗にばらつきが生じることがない。

【0030】

また、本発明のノズルプレートは、上記構成に加え、上記第1ノズル層および第2ノズル層がともにポリイミド樹脂で形成され、上記遮蔽層が、Ti、Al、Cu、Au、Pt、Ta、W、Nb、SiO₂、Al₂O₃、SiNから選定される少なくとも1つの材料を主成分とすることが望ましい。

【0031】

上記構成によれば、第1ノズル層および第2ノズル層を、酸素を用いたプラズマによるドライエッチングで容易に加工できる。加えて、遮蔽層は上記酸素を用いたプラズマによるドライエッチングに対してエッチング耐性が高く、ほとんどエッチングされない。これにより、より一層高い形成精度の第1ノズル穴および第2ノズル穴を備えることができる。

【0032】

また、第2ノズル層に形成される第2ノズル穴が遮蔽層を貫通することもないので、第1ノズル層の厚さを一定に保つことができ、液状物質の流路抵抗にばらつきが生じることがない。

【0033】

また、本発明のノズルプレートは、上記構成に加え、第1ノズル層と第2ノズル層の少なくとも一方がSi、SiO₂、Si₃N₄のうちの少なくとも1つを主成分とする材料によって形成され、上記遮蔽層が、Al、Cu、Au、Pt、Al酸化物、Al窒化物のうちの少なくとも1つを主成分とする材料によって形成されていることが望ましい。

【0034】

上記構成によれば、第1ノズル層および第2ノズル層を、フッ素を用いたプラズマによるドライエッチングで容易に加工できる。加えて、遮蔽層は上記フッ素を用いたプラズマによるドライエッチングに対してエッチング耐性が高く、ほとんどエッチングされない。これにより、一層高い形成精度の第1ノズル穴および第2ノズル穴を備えることができる。

【0035】

また、第2ノズル層に形成される第2ノズル穴が遮蔽層を貫通することもないので、第1ノズル層の厚さを一定に保つことができ、液状物質の流路抵抗にばらつきが生じることがない。

【0036】

また、第1ノズル層がSiO₂またはSi₃N₄で形成されている場合には、例えば、液状物質の吐出面に撥液膜を形成する場合に、該撥液膜の付着力が向上し、はがれや欠けを防止することができる。

【0037】

また、本発明のノズルプレートは、上記課題を解決するために、液状物質を吐出する一つ以上の第1ノズル穴を有するノズル層と、上記第1ノズル穴に連通するとともに上記液状物質の供給を受ける第2ノズル穴を有し、上記ノズル層に固着される補強板と、ノズル層よりエッチングに対する耐性が高く、少なくとも、

第1ノズル穴および第2ノズル穴の連通部の周囲に形成された遮蔽層とを備えたことを特徴としている。

【0038】

まず、上記第1ノズル穴は、第2ノズル穴に供給された液状物質を吐出するためのものである。ここで、上記液状物質とは、液体のみならず、第1ノズル穴から吐出可能な程度の粘性を有する物質を含む。

【0039】

また、上記遮蔽層は、第1ノズル穴および第2ノズル穴の連通部の周囲に形成されており、第1ノズル穴のエッチングの際、第1ノズル穴の開口部の形状を規定するマスクとなる。

【0040】

上記構成によれば、ノズル層に固着される構成の上記補強板を別工程で作成することができるため、補強板に使用する材料を選択する際の自由度が大幅に向上する。これによって高剛性の補強板を使用することができ、ノズルプレートに反りが発生することを防止することができる。

【0041】

加えて、遮蔽層を、補強板に形成された第2ノズル穴の形状に影響を受けることなく、必要最低限の所定の形状に加工することができる。これにより、ノズル層と遮蔽層との接触部分の面積を小さくすることができる。

【0042】

したがって、ノズル層および補強板と遮蔽層との線膨張率の差に起因する応力の発生を大幅に抑制することができ、ノズルプレートに大きな反りが発生することを防止できる。

【0043】

以上により、ノズルプレート自体の構造的信頼性を上げることができるとともに、ノズルプレートを、例えばインクジェットヘッドと接合する際に、その接合精度を上げることができる。

【0044】

さらに、補強板の剛性によってノズル層に必要な剛性が低減するため、該ノズ

ル層の層厚を小さくすることができる。すなわち、第1ノズル穴を層厚の小さなノズル層に形成することで、吐出液滴の大きさを制御する上記第1ノズル穴の形成精度を高めることができる。

【0045】

また、本発明のノズルプレートは、上記構成に加えて、上記遮蔽層は第2ノズル穴の開口範囲内に形成されていることが望ましい。

【0046】

上記構成によれば、上記遮蔽層が第2ノズル穴の開口範囲内に収まるため、遮蔽層の周囲に発生する上記応力を最小限に抑えることが可能となるとともに、遮蔽層をノズル層と補強板との間に挟み込まない構成となるので、ノズル層と補強板との接着精度を高めることができる。

【0047】

また、本発明のノズルプレートは、上記構成に加えて、上記第1ノズル穴は、上記第1ノズル層の貫通部と上記遮蔽層の貫通部とから構成されていることが望ましい。

【0048】

上記構成によれば、遮蔽層をエッチングマスクとして、遮蔽層の貫通部の口径と同一口径の貫通部をノズル層に形成することができる。これにより、一層形状精度の高い第1ノズル穴を備えることができる。

【0049】

また、本発明のノズルプレートは、上記構成に加え、上記ノズル層が高分子有機材料によって形成され、上記遮蔽層が金属材料、無機酸化物材料、無機窒化物材料のうちの少なくとも1つによって形成され、上記補強板がSi、無機酸化物材料、高分子有機材料のうちの少なくとも1つによって形成されていることが望ましい。

【0050】

上記構成によれば、ノズル層を、酸素を用いたプラズマによるドライエッチングで容易に加工できる。加えて、遮蔽層は上記酸素を用いたプラズマによるドライエッチングに対してエッチング耐性が高く、ほとんどエッチングされない。こ

れにより、一層高い形成精度の第1ノズル穴を備えることができる。

また、本発明のノズルプレートは、上記構成に加え、上記ノズル層がポリイミド樹脂で構成され、上記遮蔽層がTi、Al、Cu、Au、Pt、W、Nb、SiO₂、Al₂O₃、SiNから選定される少なくとも1つの材料で構成され、補強板がSi、ガラス、Al₂O₃の少なくとも1つを主成分とするセラミック材料あるいはポリイミド樹脂から構成されていることが望ましい。

【0051】

上記構成によれば、ノズル層を、酸素を用いたプラズマによるドライエッチングで容易に加工できる。加えて、遮蔽層は上記酸素を用いたプラズマによるドライエッチングに対してエッチング耐性が高く、ほとんどエッチングされない。これにより、一層高い形成精度の第1ノズル穴を備えることができる。

また、本発明のノズルプレートは、上記構成に加え、上記ノズル層がSi、SiO₂、Si₃N₄のうちの少なくとも1つを主成分とする材料によって構成され、上記遮蔽層がAl、Cu、Au、Pt、Al酸化物、Al窒化物のうちの少なくとも1つを主成分とする材料で構成され、上記補強板が、Si、ガラス、Al₂O₃のうちの少なくとも1つを主成分とするセラミック材料あるいはポリイミド樹脂によって形成されていることが望ましい。

【0052】

上記構成によれば、ノズル層を、フッ素を用いたプラズマによるドライエッチングで容易に加工できる。加えて、遮蔽層は上記フッ素を用いたプラズマによるドライエッチングに対してエッチング耐性が高く、ほとんどエッチングされない。これにより、一層高い形成精度の第1ノズル穴を備えることができる。

【0053】

また、ノズル層がSiO₂またはSi₃N₄で形成されている場合には、例えば、液状物質の吐出面に撥液膜を形成する場合に、該撥液膜の付着力が向上し、はがれや欠けを防止することができる。

【0054】

また、本発明のノズルプレートの製造方法は、上記課題を解決するために、液状物質を吐出する第1ノズル穴を有するノズルプレートの製造方法であって、上

記第1ノズル穴を形成するためのノズル層を形成する工程と、上記第1ノズル穴の一部となる開口部を有し、第1ノズル穴を形成する際のエッチングマスクとなる遮蔽層を、上記ノズル層上に局所的に形成する工程と、上記遮蔽層をエッチングマスクとして、上記開口部からノズル層をエッチングし、上記開口部からノズル層を貫通する第1ノズル穴を形成する工程とを含むことを特徴としている。

【0055】

上記方法によれば、遮蔽層をエッチングマスクとして、遮蔽層の開口部の口径と同一口径の第1ノズル穴をノズル層に形成することができる。これにより、第1ノズル穴を高精度に形成することができる。

【0056】

また、遮蔽層の材料に、第1ノズル穴のエッチングマスクとして、あるいは、第1ノズル穴の側壁として最適な材料を選択することができる。これにより、第1ノズル穴をより高精度に形成できる。

【0057】

また、上記遮蔽層を局所的に形成するため、ノズル層と遮蔽層との接触部分の面積を小さくできる。これにより、ノズル層と遮蔽層との線膨張率の差に起因する応力の発生を抑制することができ、ノズルプレートに大きな反りが発生することを防止できる。したがって、ノズルプレートを、例えばインクジェットヘッドと接合する際に、接合精度を上げることができるとともに、ノズルプレート自体の構造的信頼性を上げることができる。

【0058】

さらに、上記のような応力の発生を抑制できることで、ノズル層に要求される剛性が減少し、ノズル層の層厚を小さくすることができる。すなわち、第1ノズル穴のエッチングに伴うエッチング量が少なくなり、形成誤差を小さくできる。これにより、第1ノズル穴を高い精度で形成することができる。

【0059】

また、上記のようにノズル層の層厚を小さくすることができるため、第1ノズル穴を小さく形成することができる。これにより、第1ノズル穴の集積度を上げることができ、ひいては描画の解像度を向上させることができる。

【0060】

また、本発明のノズルプレートの製造方法は、上記方法に加え、上記の3つの工程に続いて、別途形成された第2ノズル穴を有する補強板を、上記ノズル層上に設けられた遮蔽層が上記第2ノズル穴の内部に位置するように上記ノズル層に接合する工程を行うことが望ましい。

【0061】

上記方法によれば、上記遮蔽層は、第1ノズル穴形成時のエッチングマスクとなる大きさでさえあれば、第2ノズル穴の内部に位置するような小さな形状に形成することができる。これに加え、上記遮蔽層は第2ノズル穴の開口範囲内に位置するため、遮蔽層と補強板とは接触しない。これにより、ノズル層および補強板と遮蔽層との線膨張率の差に起因する応力の発生を大幅に抑制することができ、ノズルプレートに大きな反りが発生することを防止できる。

【0062】

また、補強板をノズル層とは別に形成することで、製造工程の簡略化や製造コストの低減化が可能となる。

【0063】

また、本発明のノズルプレートの製造方法は、上記課題を解決するために、液体を吐出するためのノズル穴を有するノズルプレートの製造方法であって、第1ノズル穴を加工するための第1ノズル層を形成する第1工程と、上記第1ノズル穴の一部となる開口部を有し、該第1ノズル穴のエッチング時の遮蔽層となるエッチングマスクを、上記ノズル層上に局所的に形成する工程と、上記第1ノズル層および遮蔽層の上に、第2ノズル穴を加工するための第2ノズル層を形成する第3工程と、上記第2ノズル層をエッチングすることで、該第2ノズル層を貫通し、上記遮蔽層に達する第2ノズル穴を加工する第4工程と、上記遮蔽層をエッチングマスクとして、上記開口部から第1ノズル層をエッチングすることで該第1ノズル層を貫通する第1ノズル穴を加工する第5工程とを含むことを特徴としている。

【0064】

上記方法によれば、遮蔽層をエッチングマスクとして、遮蔽層の開口部の口径

と同一口径の第1ノズル穴を第1ノズル層に形成することができる。これにより、第1ノズル穴を高精度に形成することができる。

【0065】

また、遮蔽層は第2ノズル穴のエッチング時のストッパとして機能し、第2ノズル穴のエッチングを遮蔽層で確実に止めることができる。すなわち、第2ノズル層をエッチングする際、第2ノズル穴が遮蔽層を貫通することがない。これにより、第1ノズル層の厚さが一定に保たれることになり、液状物質の流路抵抗にばらつきが生じることがない。

【0066】

また、遮蔽層の材料に、第1ノズル穴のエッチング時の遮蔽層として、あるいは、第1ノズル穴の側壁として最適な材料を選択することができる。これにより、第1ノズル穴をより高精度に形成することができる。

【0067】

さらに、第1ノズル穴および第2ノズル穴をエッチングする際、遮蔽層に対して1方向からエッチングを行うため、従来の方法のように、向かい合うように2方向からエッチングを行う場合に比較して、第1ノズル穴と第2ノズル穴の位置合わせが容易である。

【0068】

また、本発明のノズルプレートの製造方法は、上記方法に加えて、上記第4工程と第5工程とを連続して行うことが望ましい。

【0069】

上記方法によれば、第4工程におけるエッチング装置およびエッチング液またはエッチングガスをそのまま使って、第5工程のエッチングを行うことができる。

これにより、製造プロセスを簡略化できる。

【0070】

【発明の実施の形態】

〔実施の形態1〕

本発明の実施の形態1について、図面に基づいて説明すれば、以下の通りであ

る。

【0071】

(ノズルプレート)

図1 (a) は、微小ドット形成装置に用いられる、本発明のノズルプレートの一部の斜視図であり、図1 (b) は、図1 (a) のA-A' 矢視断面図である。ノズルプレートには1個以上の液体(液状物質)吐出口9が形成されており、図1 (a) においては2個の液体吐出口9が示されている。

【0072】

図1 (a) (b) に示すように、ノズルプレート8は、第1ノズル層1、第2ノズル層2、ストッパ層3(遮蔽層)、撥液膜4、ノズル穴11を備えている。第1ノズル層1の液体吐出面側には撥液膜4が形成され、その反対側には第2ノズル層2が形成されている。ストッパ層3は、第2ノズル層2内にて、第1ノズル層1と第2ノズル層2との界面に位置し、第1ノズル層1に接するとともに、上記液体吐出口9を開口部とする第1ノズル穴11aの形成位置に局所的に形成されている。すなわち、第1ノズル穴11aは、撥液膜4、第1ノズル層1を貫通し、さらに局所的に形成されたストッパ層3の中心部を貫通している。

【0073】

また、第2ノズル穴11bは、上記第1ノズル穴11aとともにノズル穴11を構成し、円筒形状の第1ノズル穴11aとの連通部から裾広がりに拡開するテーパ形状(円錐台形状)であり、第2ノズル層2を通して、撥液膜4の反対側の面2bにて開口している。

【0074】

なお、円錐台形状の第2ノズル穴11bの上底11yは、第1ノズル穴11aを中心とする円環形状であり、ストッパ層3が当該上底11yを成して露出している。したがって、第1ノズル穴11aと第2ノズル穴11bの連通部11x(略円形)の口径は、第2ノズル穴11bの上底11yの外口径(上記連通部11xにおける第2ノズル穴11bの外形)より小さい。ここで、すでに説明したとおり、第1ノズル穴11aの略円形の開口部が液体吐出口9となっている。また、第2ノズル穴11bの略円形の開口部が液体供給口12となっている。

【0075】

以下、各部のサイズや材質の具体例を説明するが、本発明がその具体例に限定されるものではない。

【0076】

第1ノズル層1には厚さが約 $1\mu\text{m}$ のポリイミド膜が用いられ、第2ノズル層2には厚さが約 $20\mu\text{m}$ のポリイミド膜が用いられている。

【0077】

ストッパ層3はTiを主成分とする金属材料からなりノズルプレート8全体の応力による反りを低減するため、1辺約 $20\mu\text{m}$ の略正方形形状となっている。

【0078】

第1ノズル穴11aの開口部（液体吐出口9）の口径は約 $3\mu\text{m}$ である。また、第2ノズル穴11bの上底11yの外口径は $10\mu\text{m}$ であり、開口部（液体流入口12）の口径は $30\mu\text{m}$ である。

【0079】

また、第1ノズル層1上の撥液膜4は、フッ素重合もしくはシリコン系の高分子膜により形成されている。

【0080】

本実施の形態によれば、上記ストッパ層3はノズル穴11の形成位置ごとに局部的に設けられているため、従来のように第1ノズル層と第2ノズル層との界面の全体にわたってストッパ層を形成する構成と比較して、第1ノズル層1および第2ノズル層2とストッパ層3との線膨張率の差に起因する応力の発生を大幅に抑制することができ、ノズルプレート8に大きな反りが発生することを防止できる。

【0081】

また、上記のような応力の発生を抑制できるため、第1ノズル層1および第2ノズル層2に要求される剛性が小さくてすむ。これにより、第1ノズル層1あるいは第2ノズル層2の層厚を、従来の構成（図11（a）（b）に示すSi層24が $15\mu\text{m}$ 、Si層25が $100\mu\text{m}$ ）に比較して、小さくすることができる。（本実施の形態では、第1ノズル層1が $1\mu\text{m}$ 、第2ノズル層2が $20\mu\text{m}$ ）

。これにより、第1ノズル穴11aおよび第2ノズル穴11bの後述するエッチングの際、第1ノズル層1および第2ノズル層2のエッチング量が少なく済み、形成誤差が小さくなる。したがって、形成精度の高いノズル穴11を備えることができる。

【0082】

また、第2ノズル穴11bがテーパ形状であるため、第2ノズル穴11b内部において、液体の乱流が発生しにくくなり、液滴の吐出安定性を向上させることができる。

【0083】

また、上記のように第2ノズル層2を従来の構成に比較して薄くすることができるため、第2ノズル穴11bをテーパ形状に形成しても、液体流入口12を従来の構成に比較して小さくすることができる。これにより、ノズル穴11の集積度を上げることができる。

【0084】

また、撥液膜4によって、液滴が第1ノズル穴11a近傍の第1ノズル層1に付着することを防止することができる。

【0085】

なお、第1ノズル層1に用いられる材料はポリイミドに限定されない。ポリイミド以外的高分子有機材料であっても良いし、 SiO_2 、 Si_3N_4 といったSi化合物材料、あるいはSiであっても良い。

【0086】

また、ストッパ層3に用いる材料もTiを主成分とする金属材料に限定されない。第1ノズル層1および第2ノズル層2のエッチング加工および後述する犠牲層5のエッチングの際、当該エッチングに対して高い耐性を有する材料、すなわち、エッチングガス（酸素を含有するプラズマ、フッ素を含有するプラズマ等）、または、エッチャント（硝酸、水酸化カリウム水溶液等）に対する耐性の高い材料であればよい。具体的には、Ti、Al、Cu、Au、Pt、Ta、W、Nb等を主成分とする金属材料、 SiO_2 、 Al_2O_3 等を主成分とする無機酸化物材料、 Si_3N_4 等を主成分とする無機窒化物材料等が挙げられる。

【0087】

また、第2ノズル層2に用いられる材料もポリイミドに限定されない。第1ノズル層1と同様に、ポリイミド以外的高分子有機材料であっても良いし、 SiO_2 、 Si_3N_4 といったSi化合物材料、あるいはSiであっても良い。

【0088】

また、ストッパ層3の形状もノズル穴11の形成位置に局在する形状でありさえすればよく、略正方形形状に限定されない。例えば円形であっても良い。円形は形状の等方性が最も高いので応力の低減も等方的となり好ましい。また、図1(a)に示すように、本実施の形態では1個のストッパ層3に対して1個のノズル穴11が形成されているがこれに限定されない。従来の構成より応力を抑えることが可能であれば、1個のストッパ層3に複数個のノズル穴11を形成しても良い。

【0089】

また、本実施の形態では、図1(b)に示すように、第1ノズル穴11aと第2ノズル穴11bの連通部11xの口径は、第2ノズル穴11bの上底11yの口径より小さいがこれに限定されない。上記連通部11xの口径が上記当接部11yの口径と同じであっても構わない。また、本実施の形態では、第2ノズル穴11bは、第1ノズル穴11aとの連通部11xが狭まった円錐台形状(テーパ形状)であるがこれに限定されない。例えば、図2に示すように、第2ノズル穴11bの側壁がストッパ層3と垂直の、いわゆるストレート形状(円筒形状)に形成することもできる。この場合、第2ノズル穴11bの液体流入口12をより小さくすることができ、ノズルの集積度をさらに高めることができる。さらに、第2ノズル穴11bを、図8(c)に示すような膨らみのあるテーパ形状としてもよい。

【0090】

上記のように、ノズルプレートを第1ノズル層1、ストッパ層3、第2ノズル層2を備える構成にすることによって、

①液体吐出口9の形状を、厚さ $1\mu\text{m}$ の第1ノズル層1の加工精度が支配するため、液体吐出口9の形状精度を向上することができる。

- ②ノズルプレート 8 の剛性は第 2 ノズル層 2 で維持できるため、ノズルプレート 8 全体の剛性が高くなり、取り扱いが容易になる。
- ③ストッパ層 3 の形状を必要最小限に設定することができるので、応力によるノズルプレート 8 の反りを低減することができる。
- ④ノズルプレート 8 の厚さを必要最小限にとどめることができるので、ノズルプレート 8 の液体流入口 12 を小さくすることができ、これによってノズル穴 11 の集積度を向上することができる。これに伴って解像度の高い画像を描画することができるようになる。
- ⑤膜厚の厚い第 2 ノズル層 2 によって補強されているためノズルプレート 8 全体の剛性が高く反りが発生しにくくなるとともに取り扱いが容易になる。
- ⑥膜厚の厚い第 2 ノズル層 2 に加工された第 2 ノズル穴 11b の加工精度がたとえ悪くとも、第 2 ノズル穴 11b の加工時にはストッパ層 3 でエッチングが止まるため、吐出される液滴の大きさを制御する第 1 ノズル穴 11a に影響を及ぼすことがない。
- ⑦ノズルプレート 8 は、ストッパ層 3 が第 1 ノズル層 1 よりも薄く設定されているため、前記ストッパ層 3 をフォトリソグラフィ技術を用いてエッチング加工を行う際、ストッパ層 3 を用いることなく第 1 ノズル層 1 を直接フォトリソグラフィ技術を用いて加工する場合に比べ、加工の形状精度が高く、このストッパ層 3 をマスクとしてエッチング選択性の高い加工方法で第 1 ノズル層 1 を加工することができるので、吐出される液滴の大きさを制御する第 1 ノズル穴 11a を高精度で形成することができる。
- ⑧第 1 ノズル層 1 に SiO_2 あるいは Si_3N_4 を使用した場合、第 1 ノズル層 1 上に撥液膜 4 を形成する際、撥液膜 4 の付着力が向上するため、撥液膜 4 のはがれや欠けが防止されるため、吐出される液滴の吐出方向が安定し、描画画像の解像度が向上する。

【0091】

(ノズルプレートの製造方法)

次に、本実施の形態にかかるノズルプレートの一製造方法を説明する。図 3 (a) ~ (g) は本実施の形態にかかるノズルプレートの製造工程を説明する図で

ある。また、図4は、図3(c)に示される工程の変形例である。

【0092】

まず、Siやガラスなどからなる任意の厚さの一時保持のための基板6に、犠牲層5を、Niを用いた湿式鍍金によって形成する(図3(a)参照)。犠牲層5の厚さは $10\mu\text{m}$ とする。

【0093】

次に、上記犠牲層5の上に塗布型のポリイミド樹脂を厚さ $1\mu\text{m}$ で成膜し、第1ノズル層1を形成する(第1の工程、図3(b))。ここで、上記塗布型ポリイミド樹脂は犠牲層5上にスピコートによって塗布し、 350°C で2時間焼成した。

【0094】

次に、上記第1ノズル層1上に、ストッパ層3を形成する(第2の工程、図3(c))。まず、Tiを主成分とする材料を用い、スパッタ法にて厚さ $0.5\mu\text{m}$ (5000\AA)のストッパ層3を形成する。そして、このストッパ層3を、フォトリソグラフィにより所定の形状のレジストパターンを形成した後、イオンミリングのようなArイオンによるドライエッチングによって一辺 $20\mu\text{m}$ の略正方形形状に加工する。このドライエッチングの際に、上記略正方形の内部に口径 $3\mu\text{m}$ の開口部11a₁を1個形成する。この開口部11a₁は後述する第1ノズル穴11aの形成パターンであり、第1ノズル穴11aの一部となる。

【0095】

次に、第2ノズル層2を上記第1ノズル層1およびストッパ層3上に、 $20\mu\text{m}$ の厚さで形成する(第3の工程、図3(d))。第2ノズル層2は、第1ノズル層1と同様に塗布型ポリイミド樹脂をスピコート法にて塗布し、 350°C で2時間焼成し $20\mu\text{m}$ の厚さとした。ここで、ストッパ層3の開口部11a₁もポリイミド樹脂にて埋められることになる。

【0096】

次に、上記第2ノズル層2上にフォトリソグラフィによってレジストパターン7を形成し、酸素を主成分とするガスを用いたドライエッチングを行い、第2ノズル層2にテーパ形状(円錐台形状)の第2ノズル穴11bを形成した(第4の

工程、図3(e))。なお、上記ドライエッチングはストッパ層3で止めることができる。すなわち、ストッパ層3の上記開口部11a₁を除いてストッパ層3が露出した部位では、ドライエッチングがそれ以上進行しない。

【0097】

第2ノズル穴11bのテーパ形状の加工に際しては、上記エッチングにおいて、レジストパターン7のエッチレートと第2ノズル層2のポリイミド樹脂のエッチレートを概ね等しくし、該レジストパターン7を150℃で60分ポストベークすることによってレジストパターン7をテーパ形状とし、エッチングによってこの形状を第2ノズル層2に転写する手法を用いた。

【0098】

すなわち、図9に示すように、エッチレートがポリイミド樹脂(第2ノズル層2)と概ね等しくテーパ断面を有するレジストパターン7を形成し、ポリイミド樹脂のエッチングと同じスピードでレジストパターン7をエッチングし、レジストパターン7のエッジを広げる。このときポリイミド樹脂(第2ノズル層2)もエッチングされることになり、エッチングの壁面(第2ノズル穴11bの壁面)が当初レジストで形成したテーパを有する壁面(レジストパターン7)と同じ形状になる。

【0099】

なお、レジストパターン7と第2ノズル層2のエッチレートとが概ね等しいことから、レジストパターン7の厚さは第2ノズル層2の厚さより厚く形成することが望ましい。

【0100】

次に、第4の工程に連続して、第1ノズル層1に第1ノズル穴11aを加工するエッチングを行う(第5の工程、図3(e)参照)。このとき第1ノズル穴11aは、先の工程で加工したストッパ層3の開口部11a₁によって決定される形状(略円形であり、口径が3μm)に加工される。このとき、ストッパ層3は本工程の酸素を主成分とするドライエッチングではほとんどエッチングされないため、ストッパ層3に形成されたパターンが変化することなく、第1ノズル穴11aは図3に示すようにほぼ垂直に加工され、これによって第1ノズル穴11a

を高い精度で形成することができる。

【0101】

次に、上記レジストパターン7をレジスト剥離液を用いて除去し、硝酸と水が主成分である水溶液に浸漬し犠牲層5のみをエッチングすることで、ノズルプレート8を基板6からとりはずす(図3(f))。先に述べたように、第1ノズル層1、第2ノズル層2を形成するポリイミド樹脂やストッパ層3を形成するTiは、上記犠牲層5のエッチング液によってほとんどエッチングされることがないので、犠牲層5のエッチングによって、形状の変化や構造的信頼性の低下を招来することがない。

【0102】

次に、第1ノズル層1の表面に撥液膜4を形成する(図3(g))。ここでは、塗布の容易さを考慮する趣旨でフッ素重合体を用い、これをスタンプなどの方法により第1ノズル層1の表面に塗布し、高分子膜にて撥液膜4を形成した。なお、第1ノズル穴11a内に回り込んだ撥液膜については、撥液膜形成後に、酸素を含有するプラズマを用い、第2ノズル穴11b側からドライエッチングすることで、これを除去した。これにより、ノズルプレート8のダメージを最小限にすることができる。

【0103】

本実施の形態によれば、第1ノズル穴11aをエッチングする際、ストッパ層3をマスク(遮蔽層)として、第1ノズル穴11aをエッチングするため、第1ノズル穴11aを高精度に形成できる。

【0104】

また、第2ノズル層2をエッチングする際、ストッパ層3で自動的にエッチングがとまり、第2ノズル穴11bのエッチング深さを規定することができる。

【0105】

また、ストッパ層3の材料に、第1ノズル穴11aのエッチング時の遮蔽層として、あるいは、第1ノズル穴11aの側壁として最適な材料を選択することができる。これにより、第1ノズル穴11aをより高精度に形成することができる。また、第1ノズル層1あるいは第2ノズル層2を薄く形成できるため、第1ノ

ズル穴 11a および第 2 ノズル穴 11b のエッチングの際、第 1 ノズル層 1 および第 2 ノズル層 2 のエッチング量が少なくすみ、形成誤差が小さくなる。したがって、ノズル穴 11 を高い精度で形成できる。

【0106】

具体的には、本実施の形態の工程を用いて作成した 200 個の液体吐出口 9 を有するノズルプレート 8 の各液体吐出口 9 の形状を評価したところ、ばらつきは $\pm 0.2 \mu\text{m}$ と非常に高精度に加工できた。また、ノズルプレート 8 の反りも $10 \mu\text{m}$ 以下と非常に平坦であった。

【0107】

さらに、第 1 ノズル穴 11a および第 2 ノズル穴 11b をエッチングする際、ストッパ層 3 に対して 1 方向からエッチングを行うため、従来の方法のように、向かい合うように 2 方向からエッチングを行う場合に比較して、第 1 ノズル穴 11a と第 2 ノズル穴 11b の位置あわせが容易である。

【0108】

さらに、第 1 ノズル穴 11a および第 2 ノズル穴 11b の形成工程（第 4 工程および第 5 工程）において、第 4 工程におけるエッチング装置およびエッチング液またはエッチングガスをそのまま使って、第 5 工程のエッチングを行うことができる。これにより、製造プロセスを簡略化できる。

【0109】

なお、本実施の形態では、犠牲層 5 として Ni、第 1 ノズル層 1 および第 2 ノズル層 2 としてポリイミド樹脂、ストッパ層 3 として Ti を用いたが、この組み合わせに限定されない。

【0110】

犠牲層 5 には、Ni のほかに、第 1 ノズル層 1、第 2 ノズル層 2、ストッパ層 3 に用いる材料との組み合わせによって、Al、Cu、などの硝酸、あるいは KOH 水溶液に可溶な材料、またはポリイミドのような酸素プラズマによってエッチングできる材料を用いることができる。また、犠牲層 5 の形成方法についても鍍金以外に蒸着法、スパッタ法、塗布法などを材料に応じて用いることができる。

【0111】

第1ノズル層1、第2ノズル層2には、犠牲層5のエッチングによるダメージが軽微な材料を用いることができる。また、ストッパ層3には、犠牲層5のエッチングおよび第1ノズル穴11aおよび第2ノズル穴11bのエッチングに対して耐性の高い材料を用いることができる。

【0112】

ここで、表1に、使用材料（犠牲層、第1ノズル層、ストッパ層、第2ノズル層）および加工方法（ストッパ層、第1ノズル穴、第2ノズル穴、犠牲層除去）について好ましい組み合わせを示す。

【0113】

【表1】

層構成				加工方法			
犠牲層	第1ノズル層	ストッパ層	第2ノズル層	ストッパ層の加工方法	第1ノズル穴の加工方法	第2ノズル穴の加工方法	犠牲層除去
Ni, Al, Cu	ポリイミド	Ti, W, Nb, Au, Pt, SiO ₂ , Si ₃ N ₄ , Al ₂ O ₃	ポリイミド	Arドライエッチ	O ₂ ドライエッチ	O ₂ ドライエッチ	硝酸
Ni, Al, Cu	ポリイミド	Au, Pt, Al ₂ O ₃	SiO ₂ , Si	Arドライエッチ	O ₂ ドライエッチ	CF ₄ ドライエッチまたはSF ₆ ドライエッチ	硝酸
Ni, Al, Cu	SiO ₂ , Si	Au, Pt, Al ₂ O ₃	ポリイミド	Arドライエッチ	CF ₄ ドライエッチまたはSF ₆ ドライエッチ	O ₂ ドライエッチ	硝酸
Ni, Al, Cu	SiO ₂ , Si	Au, Pt, Al ₂ O ₃	SiO ₂ , Si	Arドライエッチ	CF ₄ ドライエッチまたはSF ₆ ドライエッチ	CF ₄ ドライエッチ	硝酸
ポリイミド	SiO ₂ , Si	Al, Cu, Ni, Fe, Co, Al ₂ O ₃	SiO ₂ , Si	ArドライエッチまたはClドライエッチ	CF ₄ ドライエッチまたはSF ₆ ドライエッチ	CF ₄ ドライエッチまたはSF ₆ ドライエッチ	O ₂ プラズマエッチ

【0114】

表1に示すように、第1ノズル層1、第2ノズル層2はポリイミド樹脂のような高分子有機材料に限定されず、SiまたはSiO₂などの無機シリコン化合物を選択することができる。ただし、SiO₂やSiをドライエッチングするためには、Fを含有する反応ガスを使用する必要があり、このエッチングに対して本実施の形態で用いたTiは耐性が低いため、Auなどのエッチング耐性を有する材料をストッパ層3として利用することが望ましい。

【0115】

また、ストッパ層3にも、Ti以外に、表1に示す組み合わせに応じて、同表に記載の材料を使用することができる。なお、ストッパ層3の材料であるTiはCF₄と酸素の混合ガスを用いたプラズマでもエッチングすることができる。しかし、Tiの下に形成された第1ノズル層1（ポリイミド）が、上記ガスのプラズマによってTiよりも高速にエッチングされ、大きなダメージを受ける。した

がって、本実施の形態ではストッパ層 3 のパターンニングには A r イオンによるドライエッチング法を採用している。このように、ストッパ層 3 のエッチレートと第 1 ノズル層 1 のエッチレートとの差が少ない A r イオンによるドライエッチング法を採用することで、第 1 ノズル層 1 のダメージを最小限に抑えつつストッパ層 3 をパターンニングすることができる。

【0116】

また工程 2 において、上記ストッパ層 3 は正方形形状に形成したがこれに限定されない。第 2 ノズル穴 11b を形成する際、該第 2 ノズル穴 11b がストッパ層 3 に到達し、エッチングの進行が止まるような形状および大きさであれば何でもよい。ただし、ストッパ層 3 の応力によるノズルプレート 8 の反りをより低減できるような形状および大きさ（必要最小限の大きさ）であることが望ましい。

【0117】

さらに、工程 2 においては、ストッパ層 3 の形状と第 1 ノズル穴 11a の形成パターンとなる開口部 11a₁ を同時に作成したが、2 回のエッチング工程によって作成することも可能である。さらに、工程 2 では、図 4 に示すように、ノズル穴加工パターン（開口部 11a₁ を有するストッパ層 3）の作成時に、第 1 ノズル穴 11a を加工することもできる。ただしこの場合は、第 2 ノズル層 2 を形成する際に（工程 3）、先に加工した開口部 11a₁ が埋められてしまうため、工程 5 において、再度当該部位を加工する。

【0118】

また、工程 4 においては、第 2 ノズル穴 11b を加工する際のマスク材とエッチング条件を適正化し、図 8（a）～（c）に示すように、側壁に膨らみ（曲面）をもった第 2 ノズル穴 11b を形成することもできる。

【0119】

すなわち、に示すように第 2 ノズル層 2 上に酸素のプラズマエッチに対する耐性の高い S i O₂などをマスク 13 として形成し（図 8（a）参照）、酸素のプラズマエッチを高いガス圧たとえば 500 mT o r r でエッチングする（図 8（b）参照）。これにより、マスク 13 の下にも、アンダーカットが生じ、ふくみのあるテーパを形成することができる（図 8（c）参照）。

【0120】

ただし、上記エッチングがオーバーエッチングになると、第2ノズル穴11bとストッパ層3の接触部において第2ノズル穴11bの口径dが広がり、大面積のストッパ層3が必要となるため、上記エッチングを適性に制御することが好ましい。

【0121】

また、撥液膜4としては、フッ素重合体に限定されず、シリコン系の高分子膜、DLC（ダイヤモンドライクカーボン）などを用いることもできる。

【0122】

以上の加工工程を用いることによって、

①第1ノズル穴11aをストッパ層3の開口部11a₁をマスクとして選択性の高い加工手段で加工するため、加工中の開口部11a₁形状の変化が少なく、オーバーエッチや第1ノズル層1の厚さのばらつきなどによる、第1ノズル穴11aの加工形状の変動が少なく、形状精度が高く再現性のよい加工を行うことができる。

②上記第2ノズル穴11bを上記ストッパ層3に対して選択性の高い加工手段によって加工するため、第2ノズル穴11bの加工を再現性よくストッパ層3で止めることができる。このため、第2ノズル穴11bの加工精度が第1ノズル穴11aの加工精度に及ぼす影響が軽微であり、液体吐出口9の形状精度が高く、層厚の厚いノズルプレート8を安定して製造することができる。

【0123】

〔実施の形態2〕

本発明の実施の形態2について、図面に基づいて説明すれば、以下の通りである。

【0124】

(ノズルプレート)

図5(a)は、微小ドット形成装置に用いられる、本発明のノズルプレートの一部の斜視図であり、図5(b)は、図5(a)のB-B' 矢視断面図である。ノズルプレートには1個以上の液体（液状物質）吐出口90が形成されており、

図5 (a) においては2個の液体吐出口90が示されている。

【0125】

図5 (a) に示すように、ノズルプレート80は、ノズル層10、ストッパ層30 (遮蔽層)、補強板20、ノズル穴110を備えている。ノズル層10の液体吐出面側には撥液膜40が形成され、その反対側には補強板20が接合されている。ストッパ層30は、ノズル層10と補強板20の界面に位置し、上記液体吐出口90を開口部とする第1ノズル穴110aの形成位置に局所的に形成されている。すなわち、第1ノズル穴110aは、撥液膜40、ノズル層10を貫通し、局所的に形成されたストッパ層30の中心部を貫通している。

【0126】

また、直方体形状の第2ノズル穴110bは、補強板20を貫通しており、円筒形状の上記第1ノズル穴110aとともにノズル穴110を構成する。

【0127】

ここで、上記ストッパ層30は、ノズル層10と補強板20との界面において第2ノズル穴110bの内部 (開口範囲内) に位置している。したがって、上記第2ノズル穴110bの開口部にあたる底面 (略正方形) が液体供給口120となっており、第2ノズル穴110bの奥壁にあたる底面110y (略正方形) の内側に、ノズル層10とストッパ層30との接触面 (穴付略正方形) が位置している。なお、この接触面の内側 (中心部) には、第1ノズル穴110aと第2ノズル穴110bとの連通部110x (略円形) が位置している。

【0128】

ノズル層10は、本実施の形態では厚さが $1\mu\text{m}$ のポリイミド膜で形成されている。

【0129】

ストッパ層30は、Tiを主成分とする金属材料が用いられ、ノズルプレート80全体の応力による反りを低減するため、1辺 $10\mu\text{m}$ の略正方形形状に形成されている。

【0130】

第1ノズル穴110aの開口部 (液体吐出口90) の口径は $3\mu\text{m}$ となってい

る。

【0131】

撥液膜40は、フッ素重合体を有する高分子材料から形成されている。

【0132】

補強板20は厚さ50 μm のSiからなり、上記した略正方形の第2ノズル穴110bの開口部（液体供給口120）は、一辺が30 μm となっている。

【0133】

本実施の形態によれば、ストッパ層30は、後述する第1ノズル穴110aのエッチング時に遮蔽層となれば足りることから、第2ノズル穴110bの内部に位置するよう、小さい形状にて形成されている。

【0134】

このように、ノズル層10とストッパ層30との接触面を最小限にすることができ、加えて、補強板20とストッパ層30との接触面をなくすることができるため、ノズル層10および補強板20とストッパ層30との線膨張率の差に起因する応力の発生を、従来や実施の形態1の構成に比較して大幅に抑制することができる。これにより、ノズルプレート80に大きな反りが発生することを防止できる。

【0135】

なお、ノズル層10に用いられる材料はポリイミドに限定されない。ポリイミド以外的高分子有機材料であっても良いし、 SiO_2 、 Si_3N_4 といったSi化合物材料、あるいはSiであっても良い。

【0136】

また、ストッパ層30に用いる材料もTiを主成分とする金属材料に限定されない。ノズル層10のエッチングおよび後述する犠牲層50のエッチングの際、当該エッチングに対して高い耐性を有する材料、すなわち、酸素を含有するプラズマ、フッ素を含有するプラズマ、硝酸、水酸化カリウム水溶液等に耐性の高い材料であればよい。具体的には、Ti、Al、Cu、Au、Pt、Ta、W、Nb、 SiO_2 、 Al_2O_3 、 Si_3N_4 等を主成分とする金属材料あるいは無機酸化物材料や無機窒化物材料等が挙げられる。

【0137】

また、補強板20に用いられる材料もSiに限定されない。SiO₂、Si₃N₄といったSi化合物材料であっても良い。

【0138】

また、ストッパ層30の形状もノズル穴110の形成位置に局在する形状でありさえすればよく、略正方形形状に限定されない。例えば円形であっても良い。円形は形状の等方性が最も高いので応力の低減も等方的となり好ましい。また、図5(a)に示すように、本実施の形態では1個のストッパ層30に対して1個のノズル穴110が形成されているがこれに限定されない。従来の構成より応力を抑えることが可能であれば、1個のストッパ層30に複数個のノズル穴110を形成しても良い。

【0139】

また、補強板20に設けられた第2ノズル穴110bも直方体形状（断面が正方形形状）に限定されない。円筒形状やテーパ形状（円錐台形状）であっても良い。

【0140】

上記のように、ノズルプレート80をノズル層10、ストッパ層30、補強板20を備える構成にすることによって、

- ①液体吐出口90の形状を、厚さ1μmのノズル層10の加工精度が支配するため、液体吐出口120の形状精度を向上することができる。
- ②ノズルプレート80の剛性は補強板20で維持できるため、ノズルプレート80全体の剛性が高くなり、取り扱いが容易になる。
- ③ストッパ層30の形状をさらに小さくすることができるので、応力によるノズルプレート80の反りを低減することができる。
- ④ノズルプレート80の厚さを必要最小限にとどめることができるので、ノズルプレート80の液体流入口120を小さくすることができ、これによってノズル穴110の集積度を向上することができる。これに伴って解像度の高い画像を描画することができるようになる。
- ⑤また、ストッパ層30は補強板20に形成された第2ノズル穴110bの形状

に影響を受けることなく、必要最低限の所定の形状に加工できるため、線膨張率の差によるノズルプレート 80 の反りをさらに低減することができる。

⑥ノズルプレート 80 は、ストッパ層 30 がノズル層 10 よりも薄く設定されているため、前記ストッパ層 30 をフォトリソグラフィ技術を用いてエッチング加工を行う際、ストッパ層 30 を用いることなくノズル層 10 を直接フォトリソグラフィ技術を用いて加工する場合に比べ、加工の形状精度が高く、このストッパ層 30 をマスクとしてエッチング選択性の高い加工方法でノズル層 10 を加工することができるので、吐出される液滴の大きさを制御する第 1 ノズル穴 110 a を高精度で形成することができる。

【0141】

(ノズルプレートの製造方法)

図 6 (a) ~ (g) は、本実施の形態にかかるノズルプレートの製造工程を示している。以下に、同図を用いて本実施の形態にかかるノズルプレートの製造方法を説明する。

【0142】

まず、Si やガラスなどからなる任意の厚さの一時保持のための基板 60 に、犠牲層 50 を、Ni を用いた湿式鍍金によって形成する (図 6 (a))。犠牲層 50 の厚さは $10\text{ }\mu\text{m}$ とする。

【0143】

次に、上記犠牲層 50 の上に塗布型のポリイミド樹脂を厚さ $1\text{ }\mu\text{m}$ で成膜し、ノズル層 10 を形成する (図 6 (b))。ここで、上記塗布型ポリイミド樹脂は犠牲層 50 上にスピコートによって塗布し、 350°C で 2 時間焼成した。

【0144】

次に、上記ノズル層 10 上に、ストッパ層 30 (遮蔽層) を形成する (図 6 (c))。まず、Ti を主成分とする材料を用い、スパッタ法にて厚さ $5000\text{ }\text{\AA}$ のストッパ層 30 を形成する。そして、このストッパ層 30 を、フォトリソグラフィにより所定の形状のレジストパターンを形成した後、イオンミリングのような Ar イオンによるドライエッチングによって一辺 $10\text{ }\mu\text{m}$ の略正方形形状に加工する。このドライエッチングの際に、上記略正方形の内部に口径 $3\text{ }\mu\text{m}$ の開口

部 110 a₁ を 1 個形成する。この開口部 110 a₁ は後述する第 1 ノズル穴 110 a の形成パターンであり、第 1 ノズル穴 110 a の一部となる。

【0145】

次に、上記ストッパ層 30 の開口部 110 a₁ に対応するパターンを有するレジストパターン 70 を形成する。すなわち、レジストパターン 70 の開口部 70 a にストッパ層 30 の開口部 110 a₁ が位置するように形成される。しかる後に、ストッパ層 30 をマスクとして、その開口部 110 a₁ からノズル層 10 をエッチングし、第 1 ノズル穴 110 a を形成する。このエッチングには、酸素を主成分とするガスを用いたドライエッチングによる。(図 6 (d))。

【0146】

続いて、レジスト 70 を剥離液などを用いて除去する。ここで、ストッパ層 30 は本工程の酸素を主成分とするドライエッチングではほとんどエッチングされないので、ストッパ層 30 に形成されたパターンが変化することなく、第 1 ノズル穴 110 a は図 6 (d) に示すようにほぼ垂直に加工される。

【0147】

このため、オーバーエッチによる加工形状の変化がなく、フォトリソグラフィのパターン精度に近い ±0.1 μm の極めて高い加工精度で第 1 ノズル穴 110 a を形成することができる。また、上記レジスト 70 の厚さは、上記ノズル層 10 の厚さよりも大きいことが望ましく、本実施の形態では上記レジスト厚を 2 μm とした。

【0148】

次に、一辺 15 μm の直方体形状の第 2 ノズル穴 110 b を有する補強板 20 を、第 2 ノズル穴 110 b 内に上記ストッパ層 30 が配置するように位置決めして接着する(図 6 (e) 参照)。ここでは各部材(ノズル層 10 と補強板 20)の接着面をカメラ等で観察し、観察位置から上記各部材を所定量移動し、機械的に接合する方法を用いた。

【0149】

図 10 (a) はこの方法における、位置決め(アライメントフェイズ)を示し、同図 (b) は接合(接合フェイズ)を示している。

【0150】

まず、図10(a)に示すように、補強板位置測定エリア65において、カメラ61によって補強板20の接合面を観察し、第2ノズル穴110bの輪郭パターンを測定する。同様に、ノズル層位置測定エリア67において、カメラ62によってノズル層10の接合面を観察し、ストッパー層30の輪郭パターンを測定する。

【0151】

次に、図10(b)に示すように、上記測定結果からノズル層10および補強板20の適正移動量を算出し、この適正移動量に従い上記ノズル層10と補強板20とを接合エリア66における適性位置に移動させる（アライメントフェイズ）。

【0152】

そして、接合エリア66において、接合面をリアルタイムで観察することなく上下に圧着し、補強板20とノズル層10とを接合する。

【0153】

なお、補強板20はSiからなり、接着剤には、耐薬品性の高いエポキシ系を用いる。接着の際には、接着剤とノズル層10あるいは補強板20の線膨張係数の差から、ノズルプレート80に反りが発生しないよう、常温にて硬化することが望ましい。

【0154】

次に、硝酸と水が主成分である水溶液に浸漬し犠牲層50のみをエッチングすることで、ノズルプレート80を基板60からとりはずす（図6(f)参照）。このとき、ノズル層10を形成するポリイミド樹脂やストッパ層30を形成するTiならびに補強板20を形成するSiは、上記犠牲層50のエッチング液によってほとんどエッチングされることがないので、犠牲層50のエッチングによって、形状の変化や構造的信頼性の低下を招来することがない。

【0155】

次に、ノズル層10の表面に撥液膜40を形成する（図6(g)）。ここでは、塗布の容易さを考慮する趣旨によりフッ素重合体を用い、これをスタンプなど

の方法でノズル層 10 の表面に塗布することで、高分子膜にて撥液膜 40 を形成した。なお、第 1 ノズル穴 110 a 内に回り込んだ撥液膜 40 については、撥液膜 40 形成後に、酸素を含有するプラズマを用い、第 2 ノズル穴 110 b 側からドライエッチングすることで、これを除去した。これにより、ノズルプレート 80 のダメージを最小限にすることができる。

【0156】

ここで補強板 20 の製造方法について図 7 を用いて簡単に説明する。

【0157】

まず、図中矢印 D 方向の厚さ $200\mu\text{m}$ の Si 基板 31 に、第 2 ノズル穴 110 b となる幅 $15\mu\text{m}$ 、深さ $15\mu\text{m}$ の溝をダイシング装置によって所定の間隔に形成する。次に、矢印 D 方向の厚さ $100\mu\text{m}$ の Si 基板 32 を上記溝を加工した Si 基板 31 の溝を配設した面 33 にエポキシ系の接着剤を用いて接合する。次に、ダイシング装置によって溝に直交する方向（図中矢印 D 方向）に切断する。これにより、図中矢印 E 方向に沿った、第 2 ノズル穴 110 b（断面が一辺 $15\mu\text{m}$ の略正方形）の列を 1 列有する、矢印 F 方向の厚さ $50\mu\text{m}$ の補強板 20 を複数枚切り出すことができる。

【0158】

ここで、上記方法は補強板 20 の製造方法の単なる一例に過ぎず、例えば、図中矢印 E 方向に沿った第 2 ノズル穴 110 b（断面が一辺 $15\mu\text{m}$ の略正方形）の列を図中矢印 D 方向に複数列有する補強板 20 を製造することもできる。この場合、溝を加工した Si 基板 31 を複数枚用いればよい。なお、溝を加工した上記 Si 基板 31 を複数枚用い、溝の位置あるいは接合位置を調整すれば、千鳥配列された第 2 ノズル穴 110 b を形成することもできる。

【0159】

本実施の形態によれば、ストッパ層 30 は第 1 ノズル穴 110 a のエッチング時に遮蔽層（マスク）となる大きさであればよい。よって、ストッパ層 30 を実施の形態 1 に比較して、より小さい形状にて形成することができる。

【0160】

また、補強板 20 とノズル層 10 とを別個に形成できるため、ノズルプレート

80を簡略に、また、安定して製造することができる。

【0161】

以上のプロセスを用いて作成した200個の液体吐出口90を有するノズルプレート80の各吐出口の形状を評価したところ、ばらつきは $\pm 0.2\mu\text{m}$ と非常に高精度に加工できた。また、ノズルプレート80の反りも $5\mu\text{m}$ 以下と非常に平坦であった。

【0162】

なお、本実施の形態では、犠牲層50にNi、ノズル層10にポリイミド樹脂、補強板20にSi、ストッパ層30にTiを用いたが、この組み合わせに限定されない。

【0163】

犠牲層50には、Niのほかに、ノズル層10、補強板20、ストッパ層30に用いる材料との組み合わせによって、Al、Cu、などの硝酸、あるいはKOH水溶液に可溶な材料、またはポリイミドのような酸素プラズマによってエッチングできる材料を用いることができる。また、犠牲層50の形成方法についても鍍金以外に蒸着法、スパッタ法、塗布法などを材料に応じて用いることができる。

【0164】

ノズル層10、補強板20には、犠牲層50のエッチングによるダメージが軽微な材料を用いることができる。また、ストッパ層30には、犠牲層50のエッチングおよび第1ノズル穴110aのエッチングに対して耐性の高い材料を用いることができる。

【0165】

ここで、表2に使用材料（犠牲層、ノズル層、ストッパ層、補強板）および加工方法（ストッパ層、第1ノズル穴、犠牲層除去）について好ましい組み合わせを示す。

【0166】

【表 2】

層構成				加工方法		
犠牲層	第1ノズル層	ストッパ層	補強板	ストッパ層の加工方法	第1ノズル穴の加工方法	犠牲層除去
Ni, Al, Cu	ポリイミド	Ti, W, Nb, Au, Pt, SiO ₂ , Si ₃ N ₄ , Al ₂ O ₃	Si, ガラス, セラミックス, ポリイミド	Arドライエッチ	O ₂ ドライエッチ	硝酸
Ni, Al, Cu	SiO ₂	Au, Pt, Al ₂ O ₃	Si, ガラス, セラミックス, ポリイミド	Arドライエッチ	CF ₄ ドライエッチ	硝酸
ポリイミド	SiO ₂	Al, Cu, Ni, Fe, Co, Al ₂ O ₃	Si, ガラス, セラミックス	ArドライエッチまたはClドライエッチ	CF ₄ ドライエッチ	O ₂ プラズマエッチ
ポリイミド	Si	Al, Cu, Ni, Fe, Co, Al ₂ O ₃	Si, ガラス, セラミックス	ArドライエッチまたはClドライエッチ	SF ₆ ドライエッチ	O ₂ プラズマエッチ

【0167】

表2に示すように、ノズル層10はポリイミド樹脂のような高分子有機材料に限定されず、SiまたはSiO₂などの無機シリコン化合物を用いることができる。また、補強板20についても、Si以外にガラスやAl₂O₃などを主成分とするセラミックあるいはポリイミド樹脂といった材料を使用することができる。

【0168】

なお、ストッパ層30の材料であるTiはCF₄と酸素の混合ガスを用いたプラズマでもエッチングすることができる。しかし、Tiの下に形成されたノズル層10（ポリイミド）が、上記ガスのプラズマによってTiよりも高速にエッチングされ、大きなダメージを受ける。したがって、本実施の形態ではストッパ層30のパターニングにはArイオンによるドライエッチング法を採用している。このように、ストッパ層30およびノズル層10とのエッチレートの差が少ないArイオンによるドライエッチング法を採用することで、ノズル層10のダメージを最小限に抑えつつストッパ層30をパターニングすることができる。

【0169】

また、撥液膜40としては、フッ素重合体に限定されず、シリコン系の高分子膜、DLC（ダイヤモンドライクカーボン）などを用いることもできる。

【0170】

また、本実施の形態では補強板20は、Si板に第2ノズル穴110bを加工しただけであるが、補強板20の厚さを変更することによって、液滴吐出機構や液滴吐出信号伝達手段を配置することが可能である。

【0171】

以上の加工工程を用いることによって、

- ①液体吐出口 90 の形状を、厚さ $1\ \mu\text{m}$ のノズル層 10 の加工精度が支配するため、液体吐出口 90 の形状精度を向上することができる。
- ②ノズルプレート 80 の剛性は補強板 20 で維持できるため、ノズルプレート 80 全体の剛性が高くなり、取り扱いが容易になる。
- ③ストッパ層 30 の形状をさらに小さくすることができるので、応力によるノズルプレート 80 の反りを低減することができる。
- ④ノズルプレート 80 の厚さを必要最小限にとどめることができるので、ノズルプレート 80 の液体流入口 120 を小さくすることができ、これによってノズル穴 110 の集積度を向上することができる。これに伴って解像度の高い画像を描画することができるようになる。
- ⑤ノズルプレート 80 を簡便に、安定して製造することができる。

【0172】

なお、上記実施の形態のノズルプレート 8 (80) は、上記ストッパ層 3 (30) の膜厚が第 1 ノズル層 1 (ノズル層 10) よりも薄いことを特徴とすることもできる。

【0173】

上記構成のノズルプレート 8 (80) は、ストッパ層 3 (30) が第 1 ノズル層 1 (ノズル層 10) よりも薄く設定されているため、前記ストッパ層 3 (30) をフォトリソグラフィ技術を用いてエッチング加工を行う際、ストッパ層 3 (30) を用いることなく第 1 ノズル層 1 (ノズル層 10) を直接フォトリソグラフィ技術を用いて加工する場合に比べ、加工の形状精度が高く、このストッパ層 3 (30) をマスクとしてエッチング選択性の高い加工方法で第 1 ノズル層 1 (ノズル層 10) を加工することができるので、吐出される液滴の大きさを制御する第 1 ノズル穴 11a (110a) を高精度で形成することができる。

【0174】

なお、上記実施の形態のノズルプレート 8 は、第 1 ノズル層 1 または第 2 ノズル層 2 は、高分子有機材料または Si あるいは無機シリコン化合物から選定される材料によってそれぞれ形成され、上記ストッパ層 3 は第 1 ノズル層 1 または第 2 ノズル層 2 の加工手段に対して、耐性の高い材料によって形成されることを特

徴とすることもできる。

【0175】

上記構成のノズルプレート 8 は、第 1 ノズル穴 11 a がストッパ層 3 を貫通する形状で第 1 ノズル層 1 に形成されているため、第 1 ノズル穴 11 a の形状精度が高い。また、第 2 ノズル層 2 に形成された第 2 ノズル穴 11 b がストッパ層 3 を貫通することがないので第 1 ノズル層 1 の厚さが一定で、流路抵抗のばらつきがない。

【0176】

なお、上記実施の形態におけるノズルプレート 8 (80) の製造方法は、第 1 ノズル層 1 (ノズル層 10) を添着する工程と、第 1 ノズル層 1 (ノズル層 10) 上にストッパ層 3 (30) を形成する工程と、ストッパ層 3 (30) に開口部を形成する工程と、ストッパ層 3 (30) に形成した開口部形状をマスクとして、第 1 ノズル穴 11 a (110 a) を加工する工程と、第 1 ノズル層 1 (ノズル層 10) と支持基板を離間する工程を備えることもできる。

【0177】

上記構成のノズルプレート 8 (80) の製造方法では、第 1 ノズル穴 11 a (110 a) のマスクとなるストッパ層 3 (30) の開口部を作成する際、第 1 ノズル層 1 (ノズル層 10) が支持基板によって支持されているため、上記開口部の加工を精度よく行うことができ、このためこの開口部をマスクとして加工する第 1 ノズル穴 11 a (110 a) が高精度に形成される。

【0178】

なお、上記実施の形態におけるノズルプレートの製造方法は、上記第 1 ノズル穴 11 a または第 2 ノズル穴 11 b の加工をドライエッチングを用いて行うことを特徴とすることもできる。

【0179】

上記構成のノズルプレート 8 の製造方法では、高い異方性を有するエッチングで第 1 ノズル穴 11 a 又は第 2 ノズル穴 11 b を加工するため、第 1 ノズル穴 11 a または第 2 ノズル穴 11 b を高い加工精度で加工することができる。

【0180】

また、上述したすべての実施の形態を通して、上記遮蔽層は液滴吐出信号伝達手段を兼ねることができる。

【0181】

さらに、本発明にかかるノズルプレートは、バブルジェット（登録商標）方式、圧電吐出方式、静電吐出方式のいずれの方式のインクジェットにおいても適用可能である。

【0182】

最後に、本発明は上述した各実施の形態に限定されるものではなく、請求項に示した範囲で種々の変更が可能であり、異なる実施の形態にそれぞれ開示された技術的手段を適宜組み合わせて得られる実施形態についても本発明の技術的範囲に含まれる。

【0183】

【発明の効果】

本発明のノズルプレートは、以上のように、液状物質を吐出する第1ノズル穴を有する第1ノズル層と、第1ノズル穴に連通し、上記液状物質の供給を受ける第2ノズル穴を有する第2ノズル層との間に、第1ノズル層よりエッチングに対する耐性が高い遮蔽層を介在させたノズルプレートにおいて、上記遮蔽層は、第1ノズル穴および第2ノズル穴が連通する連通部の周囲に、局所的に形成されている構成である。

【0184】

上記構成によれば、上記遮蔽層が局所的に設けられているため、第1ノズル層と遮蔽層あるいは第2ノズル層と遮蔽層との接触部分の面積を小さくできる。これにより、第1ノズル層および第2ノズル層と遮蔽層との線膨張率の差に起因する応力の発生を大幅に抑制することができ、ノズルプレートに大きな反りが発生することを防止できる。したがって、ノズルプレートを、例えばインクジェットヘッドと接合する際に、接合精度を上げることができるとともに、ノズルプレート自体の構造的信頼性を上げることができる。

【0185】

さらに、上記のような応力の発生を抑制できることで、第1ノズル層および第

2ノズル層に要求される剛性が減少し、第1ノズル層および第2ノズル層の層厚を小さくすることができる。すなわち、第1ノズル穴や第2ノズル穴のエッチングに伴うエッチング量が少なくなり、形成誤差を小さくできる。これにより、高い形成精度の第1ノズル穴および第2ノズル穴を備えることができる。

【0186】

また、上記のように第1ノズル層および第2ノズル層の層厚を小さくすることができるため、第1ノズル穴および第2ノズル穴を小さく形成することができる。これにより、第1ノズル穴の集積度を上げることができ、ひいては描画の解像度を向上させることができる。

【0187】

また、本発明のノズルプレートは、以上のように、液状物質を吐出する一つ以上の第1ノズル穴を有するノズル層と、上記第1ノズル穴に連通するとともに上記液状物質の供給を受ける第2ノズル穴を有し、上記ノズル層に固着される補強板と、ノズル層よりエッチングに対する耐性が高く、少なくとも、第1ノズル穴および第2ノズル穴の連通部の周囲に形成された遮蔽層とを備えた構成である。

【0188】

上記構成によれば、上記補強板を別工程で作成することができるため、補強板に使用する材料を選択する際の自由度が大幅に向上する。これによって高剛性の補強板を使用することができ、ノズルプレートに反りが発生することを防止することができる。また、遮蔽層は第1ノズル穴および第2ノズル穴の連通部の周囲に、局所的に形成されている構成であり、補強板に形成された第2ノズル穴の形状にも影響を受けることがないため、必要最低限の所定の形状に加工することができる。

【0189】

これにより、ノズルプレートを、例えばインクジェットヘッドと接合する際に、接合精度を上げることができるとともに、ノズルプレート自体の構造的信頼性を上げることができる。

【0190】

また、上記のように第1ノズル穴を有するノズル層と第2ノズル穴を有する補

強板とを別の工程で加工することができる。このため、吐出液滴の大きさを制御する吐出穴径を膜厚の薄いノズル層を加工することで設定できるため、高い形成精度の第1ノズル穴を備えることができる。

【0191】

さらに上記構成においては、上記遮蔽層が第2ノズル穴の開口範囲内に形成されていることが望ましく、これによれば、ノズル層と遮蔽層との接触部分の面積を一層小さくすることができる。すなわち、ノズル層および補強板と遮蔽層との線膨張率の差に起因する応力の発生をさらに抑制することができ、ノズルプレートに大きな反りが発生することを防止できる。

【0192】

これにより、ノズルプレートを、例えばインクジェットヘッドと接合する際に、接合精度を上げることができるとともに、ノズルプレート自体の構造的信頼性を上げることができる。

【0193】

また、上記のようにノズル層および補強板を別の工程で加工することができるため、第1ノズル穴および第2ノズル穴を小さく形成することができる。これにより、第1ノズル穴の集積度を上げることができ、ひいては描画の解像度を向上させることができる。

【0194】

また、本発明のノズルプレートの製造方法は、以上のように、液状物質を吐出する第1ノズル穴を有するノズルプレートの製造方法であって、上記第1ノズル穴を形成するためのノズル層を形成する工程と、上記第1ノズル穴の一部となる開口部を有し、第1ノズル穴を形成する際のエッチングマスクとなる遮蔽層を、上記ノズル層上に局所的に形成する工程と、上記遮蔽層をエッチングマスクとして、上記開口部からノズル層をエッチングし、上記開口部からノズル層を貫通する第1ノズル穴を形成する工程とを含む方法である。

【0195】

上記方法によれば、遮蔽層をエッチングマスクとして、遮蔽層の開口部の口径と同一口径の第1ノズル穴をノズル層に形成することができる。これにより、第

1 ノズル穴を高精度に形成することができる。

【0196】

また、遮蔽層の材料に、第1ノズル穴のエッチングマスクとして、あるいは、第1ノズル穴の側壁として最適な材料を選択することができる。これにより、第1ノズル穴をより高精度に形成できる。

【0197】

また、上記遮蔽層が局所的に設けられているため、ノズル層と遮蔽層との接触部分の面積を小さくできる。これにより、ノズル層と遮蔽層との線膨張率の差に起因する応力の発生を抑制することができ、ノズルプレートに大きな反りが発生することを防止できる。したがって、ノズルプレートを、例えばインクジェットヘッドと接合する際に、接合精度を上げることができるとともに、ノズルプレート自体の構造的信頼性を上げることができる。

【0198】

さらに、上記のような応力の発生を抑制できることで、ノズル層に要求される剛性が減少し、ノズル層の層厚を小さくすることができる。すなわち、第1ノズル穴のエッチングに伴うエッチング量が少なくなり、形成誤差を小さくできる。これにより、高い形成精度の第1ノズル穴を備えることができる。

【0199】

また、上記のようにノズル層の層厚を小さくすることができるため、第1ノズル穴小さく形成することができる。これにより、第1ノズル穴の集積度を上げることができ、ひいては描画の解像度を向上させることができる。

【0200】

また、本発明のノズルプレートの製造方法は、以上のように、液体を吐出するためのノズル穴を有するノズルプレートの製造方法であって、第1ノズル穴を加工するための第1ノズル層を形成する第1工程と、上記第1ノズル穴の一部となる開口部を有し、該第1ノズル穴のエッチング時のエッチングマスクとなる遮蔽層を、上記ノズル層上に局所的に形成する工程と、上記第1ノズル層および遮蔽層の上に、第2ノズル穴を加工するための第2ノズル層を形成する第3工程と、上記第2ノズル層をエッチングすることで、該第2ノズル層を貫通し、上記遮蔽

層に達する第2ノズル穴を加工する第4工程と、上記遮蔽層をエッチングマスクとして、上記開口部から第1ノズル層をエッチングすることで該第1ノズル層を貫通する第1ノズル穴を加工する第5工程とを含む方法である。

【0201】

上記方法によれば、遮蔽層をエッチングマスクとして、遮蔽層の開口部の口径と同一口径の第1ノズル穴を第1ノズル層に形成することができる。これにより、第1ノズル穴を高精度に形成することができる。

【0202】

また、遮蔽層は第2ノズル穴のエッチング時のストッパとして機能し、第2ノズル穴のエッチングを遮蔽層で確実に止めることができる。すなわち、第2ノズル層をエッチングする際、第2ノズル穴が遮蔽層を貫通することがない。これにより、第1ノズル層の厚さが一定に保たれることになり、液状物質の流路抵抗にばらつきが生じることがない。

【0203】

また、遮蔽層の材料に、第1ノズル穴のエッチング時の遮蔽層として、あるいは、第1ノズル穴の側壁として最適な材料を選択することができる。これにより、第1ノズル穴をより高精度に形成することができる。

【0204】

さらに、第1ノズル穴および第2ノズル穴をエッチングする際、遮蔽層に対して1方向からエッチングを行うため、従来の方法のように、向かい合うように2方向からエッチングを行う場合に比較して、第1ノズル穴と第2ノズル穴の位置合わせが容易である。

【図面の簡単な説明】

【図1】

(a) は、本発明の実施の形態1にかかるノズルプレートを示す斜視図、(b) は、(a) のA-A' 矢視断面を示す説明図である。

【図2】

上記ノズルプレートの変形例を断面の構成により示す説明図である。

【図3】

(a) ~ (g) は、本発明の実施の形態 1 にかかるノズルプレートの製造方法を断面の構成により示す説明図である。

【図 4】

上記ノズルプレートの製造方法の変形例を断面の構成により示す説明図である。

【図 5】

(a) は、本発明の実施の形態 2 にかかるノズルプレートを示す斜視図、(b) は、(a) における B-B' 矢視断面を示す説明図である。

【図 6】

(a) ~ (g) は、本発明の実施の形態 2 にかかるノズルプレートの製造方法を断面の構成により示す説明図である。

【図 7】

実施の形態 2 にかかる補強板の構成を説明する斜視図である。

【図 8】

(a) ~ (c) は、本発明の実施の形態 1 にかかるノズルプレートの他の製造方法を断面の構成により示す説明図である。

【図 9】

本発明の実施の形態 1 にかかるノズルプレートの他の製造方法を断面の構成により示す説明図である。

【図 10】

(a) (b) は、ノズル層と補強板との接合方法を説明する模式図である。

【図 11】

(a) は、従来のノズルプレートを示す斜視図、(b) は、(a) における C-C' 矢視断面を示す説明図である。

【符号の説明】

- 1 第 1 ノズル層
- 2 第 2 ノズル層
- 3、30 ストップ層（遮蔽層）
- 4、40 撥液膜

8、8 0 ノズルプレート

1 0 ノズル層

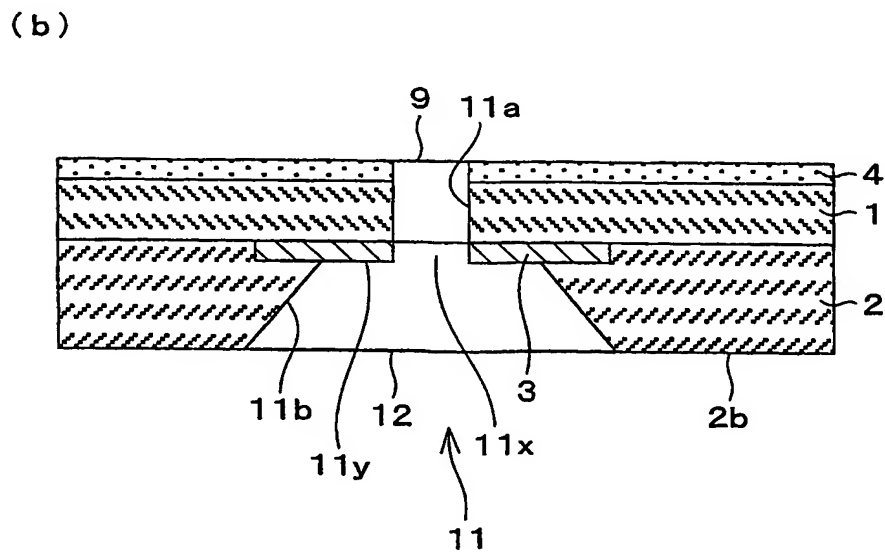
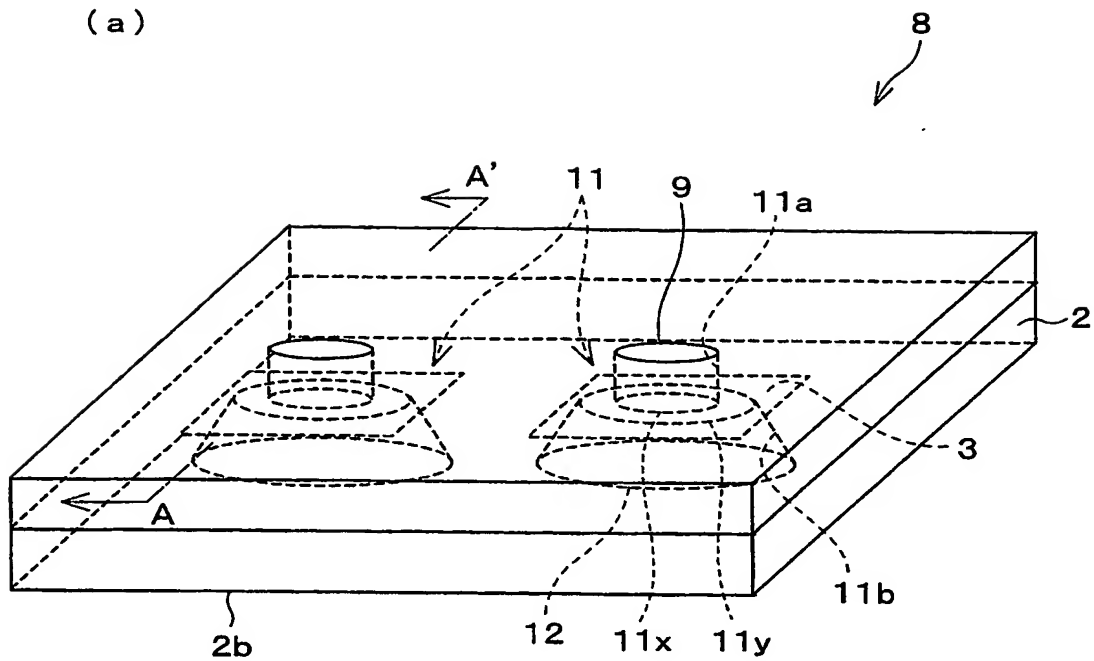
2 0 補強板

1 1 a、1 1 0 a 第 1 ノズル穴

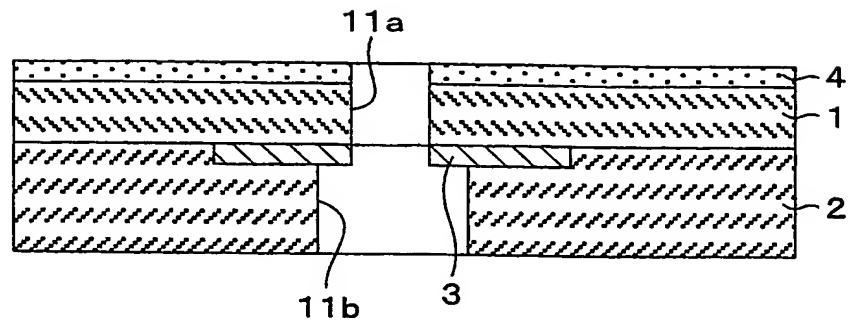
1 1 b、1 1 0 b 第 2 ノズル穴

【書類名】 図面

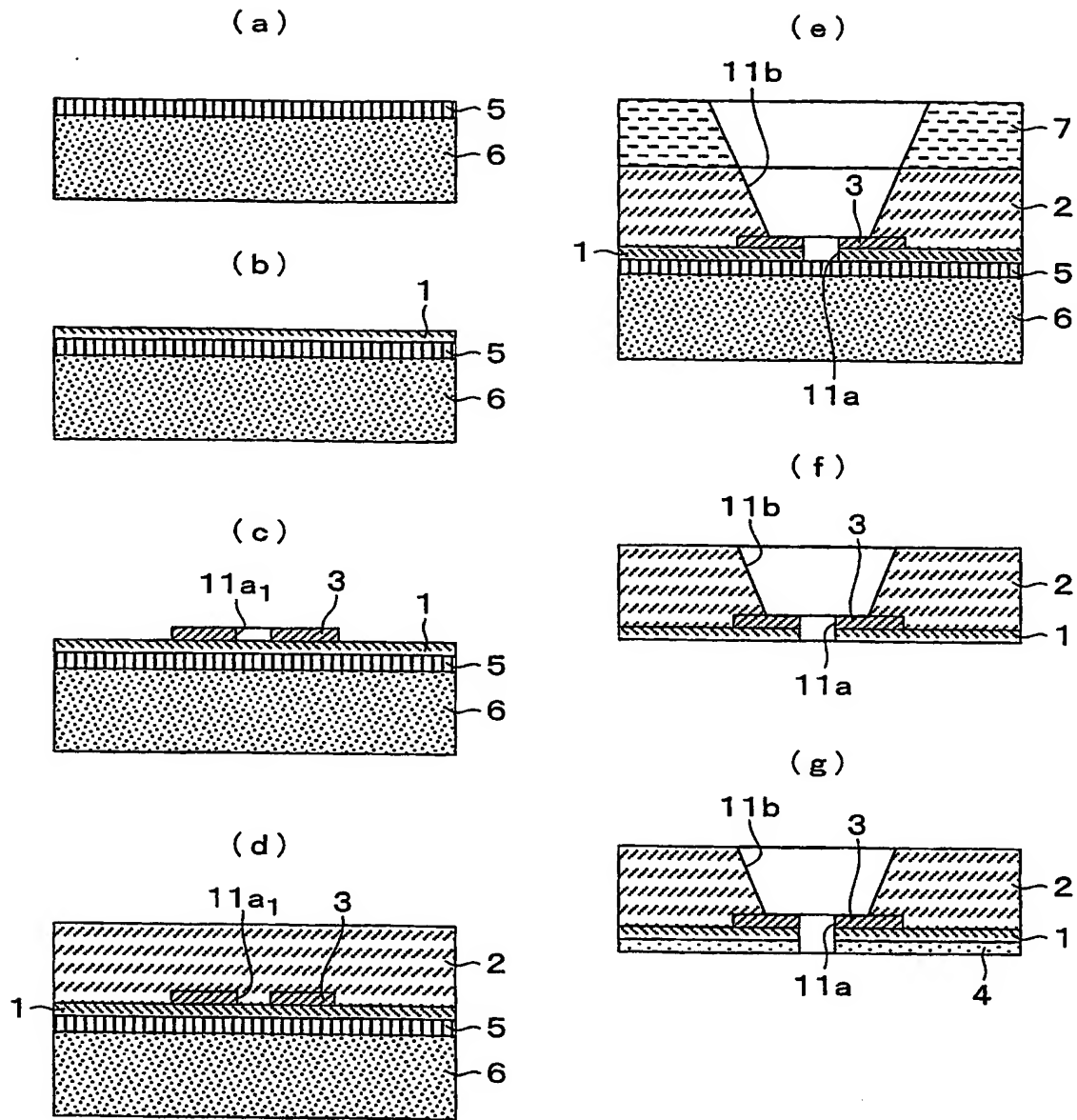
【図 1】



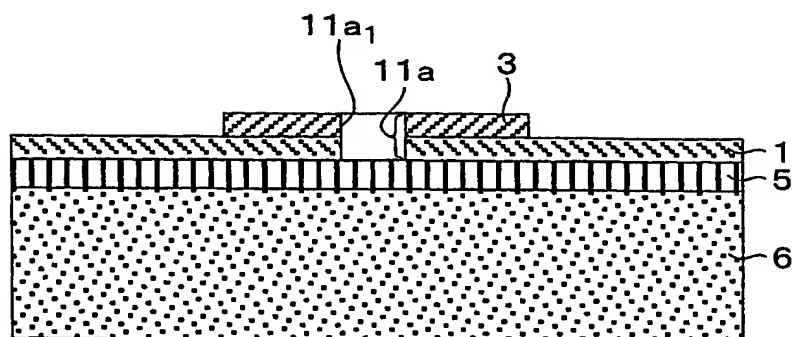
【図 2】



【図 3】

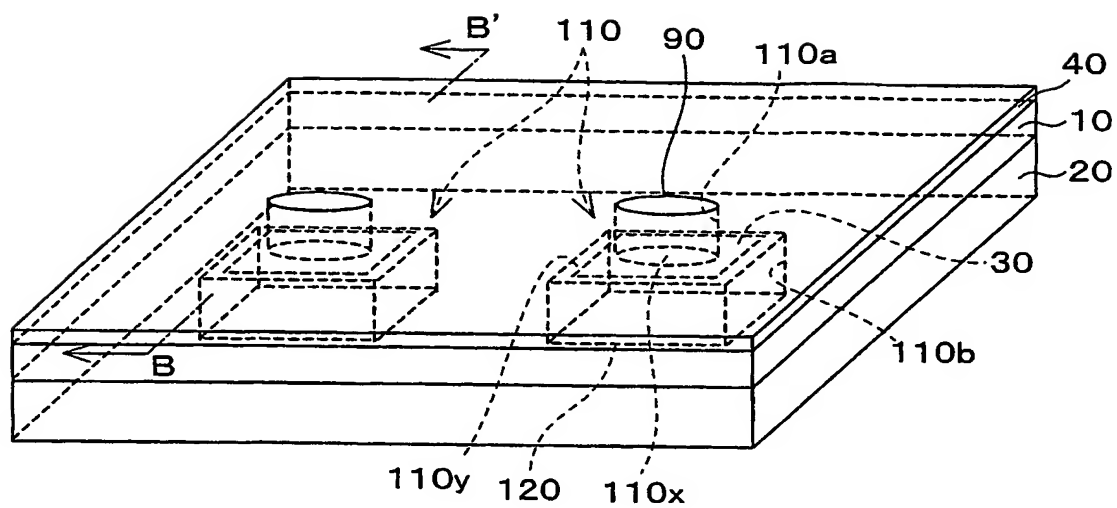


【図 4】

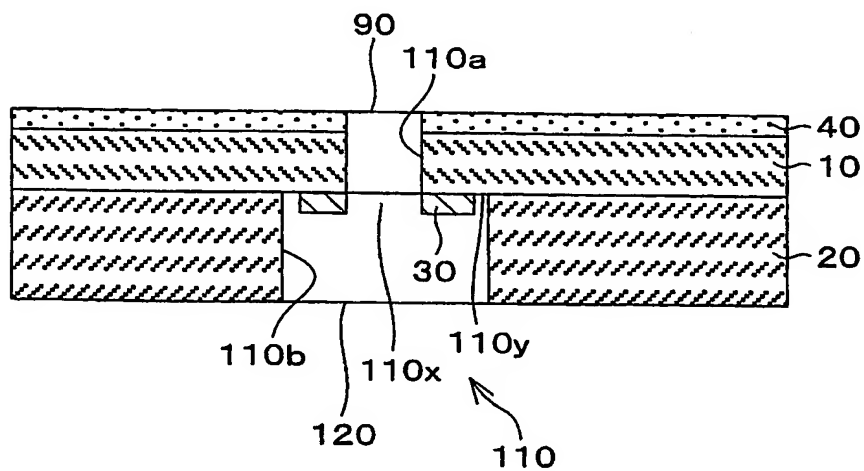


【図5】

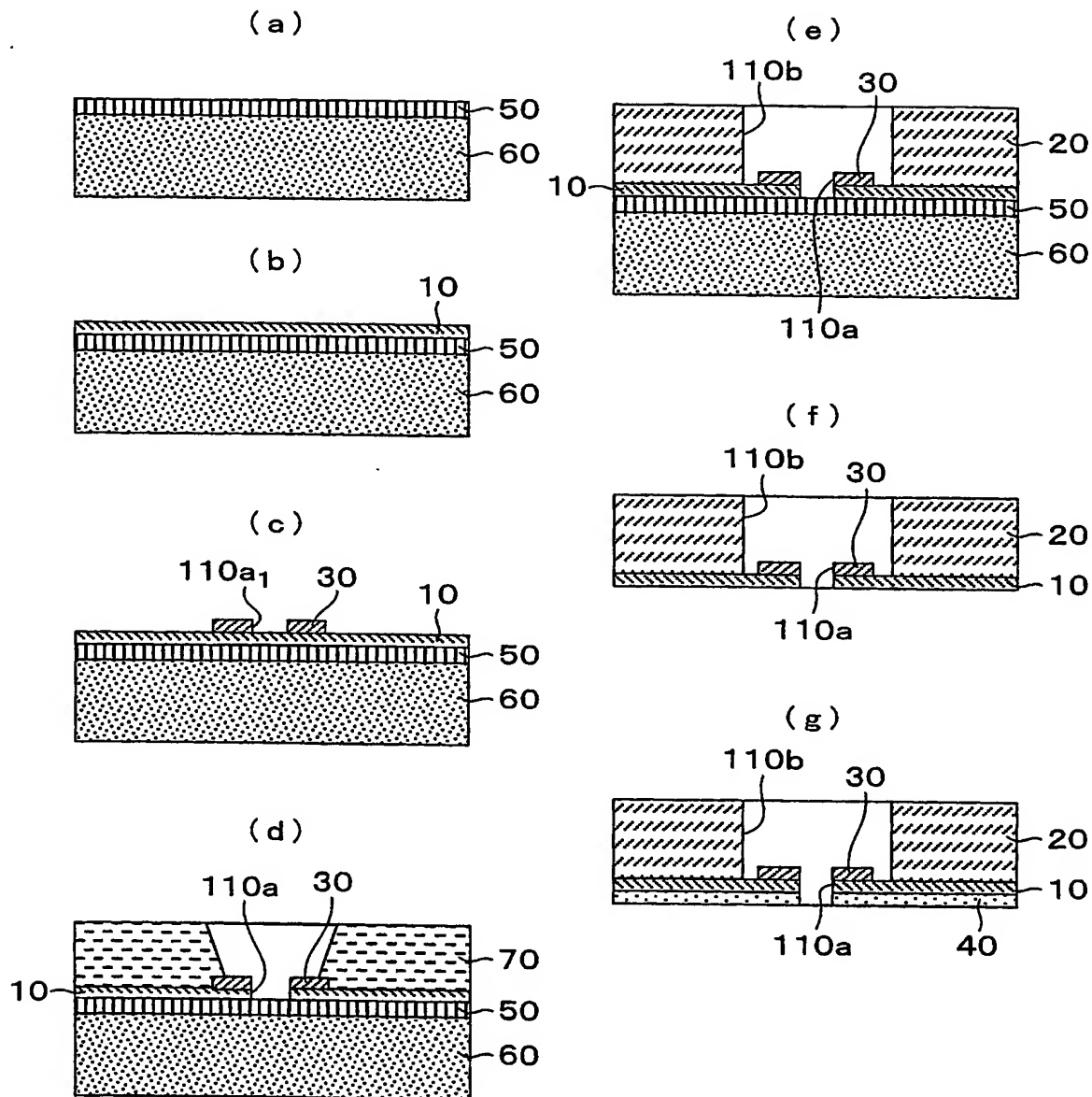
(a)



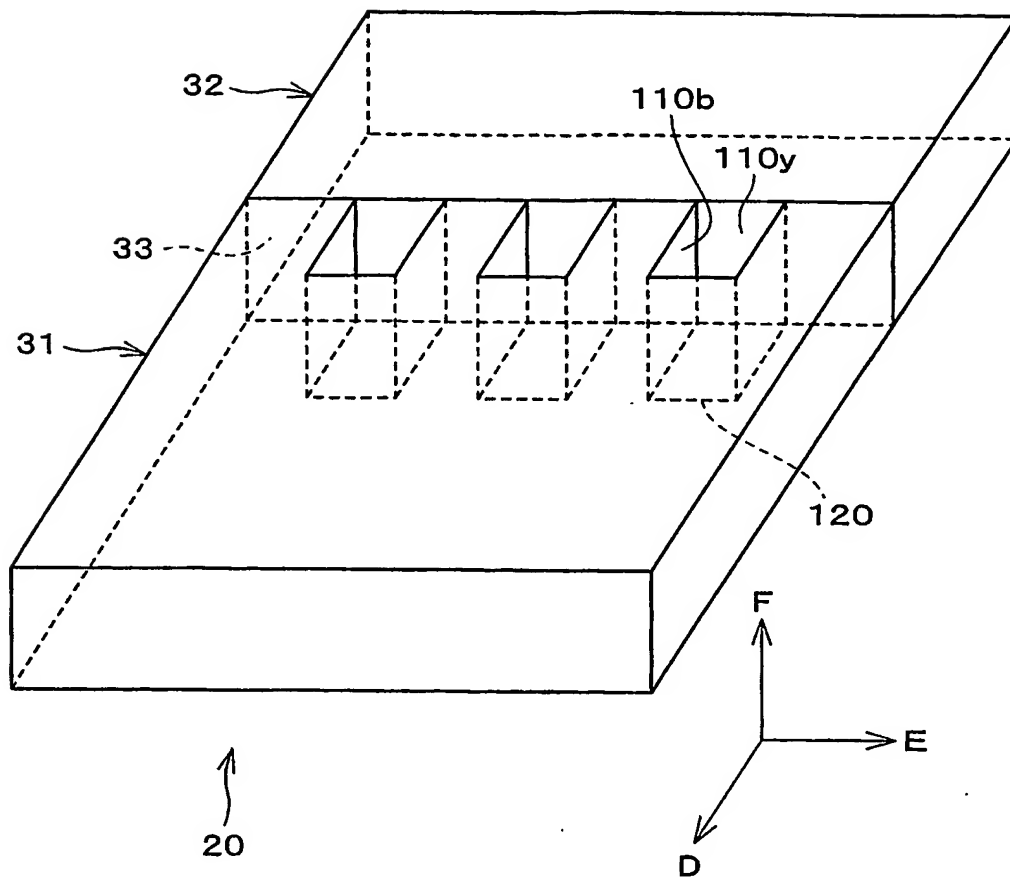
(b)



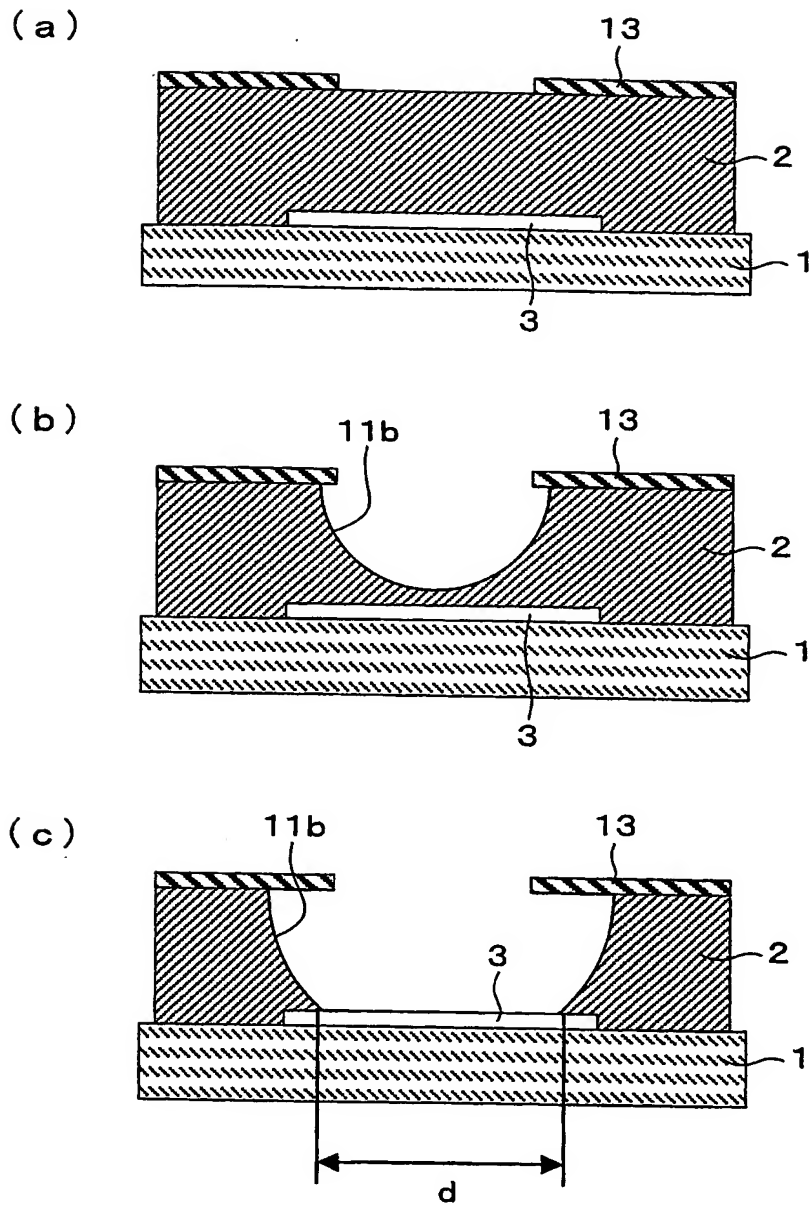
【図 6】



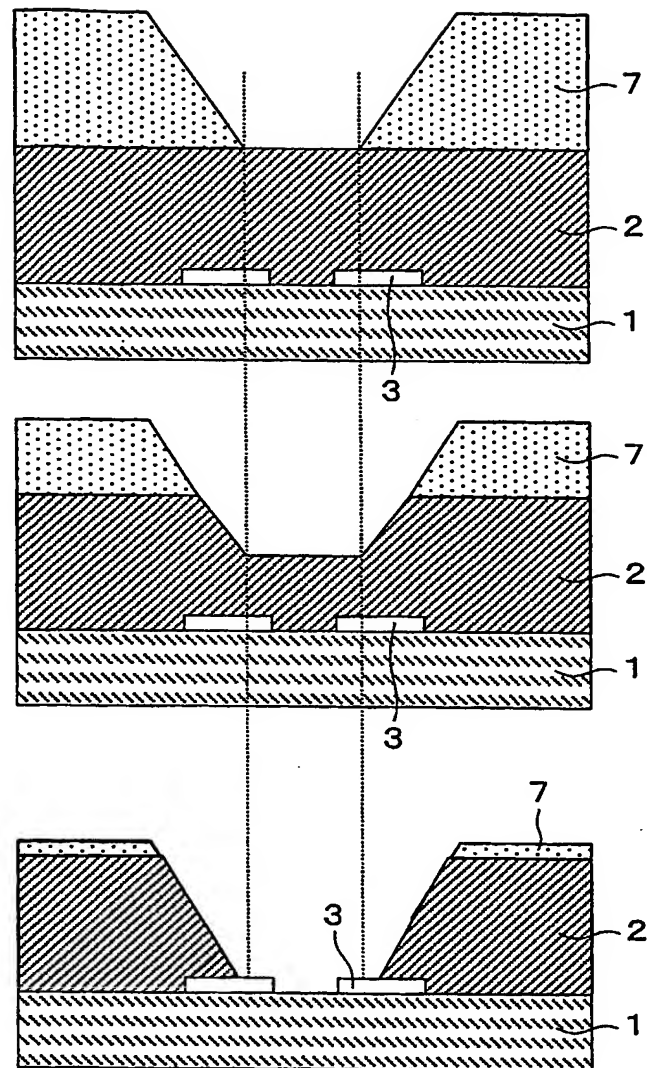
【図 7】



【図 8】

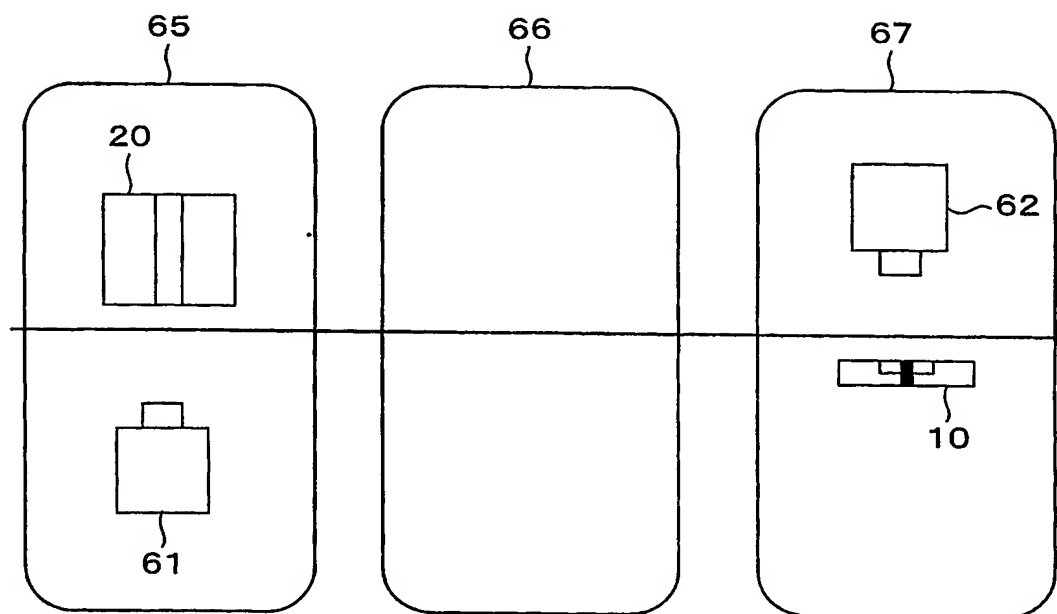


【図 9】

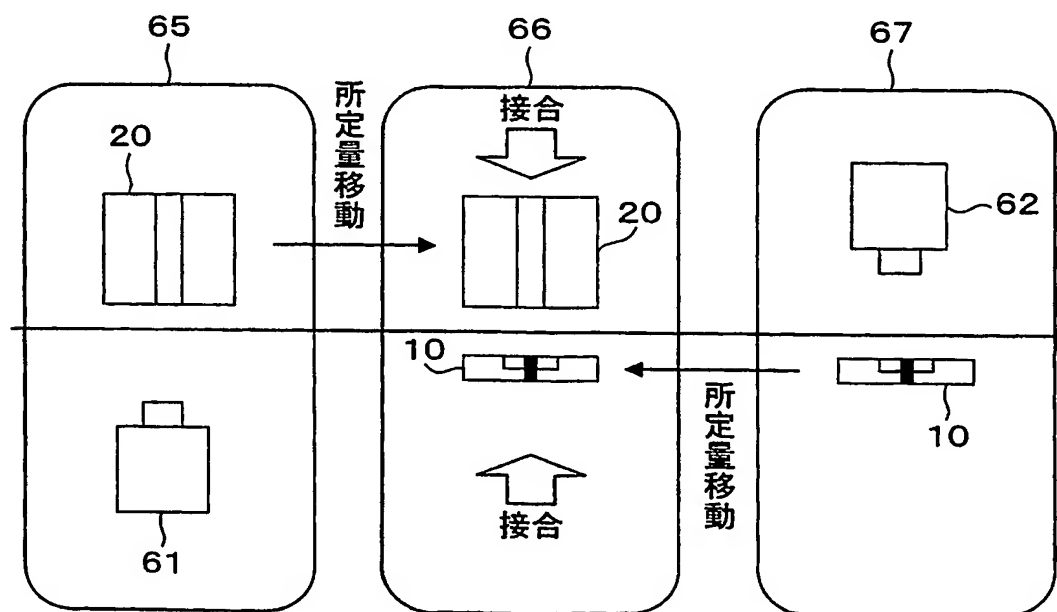


【図10】

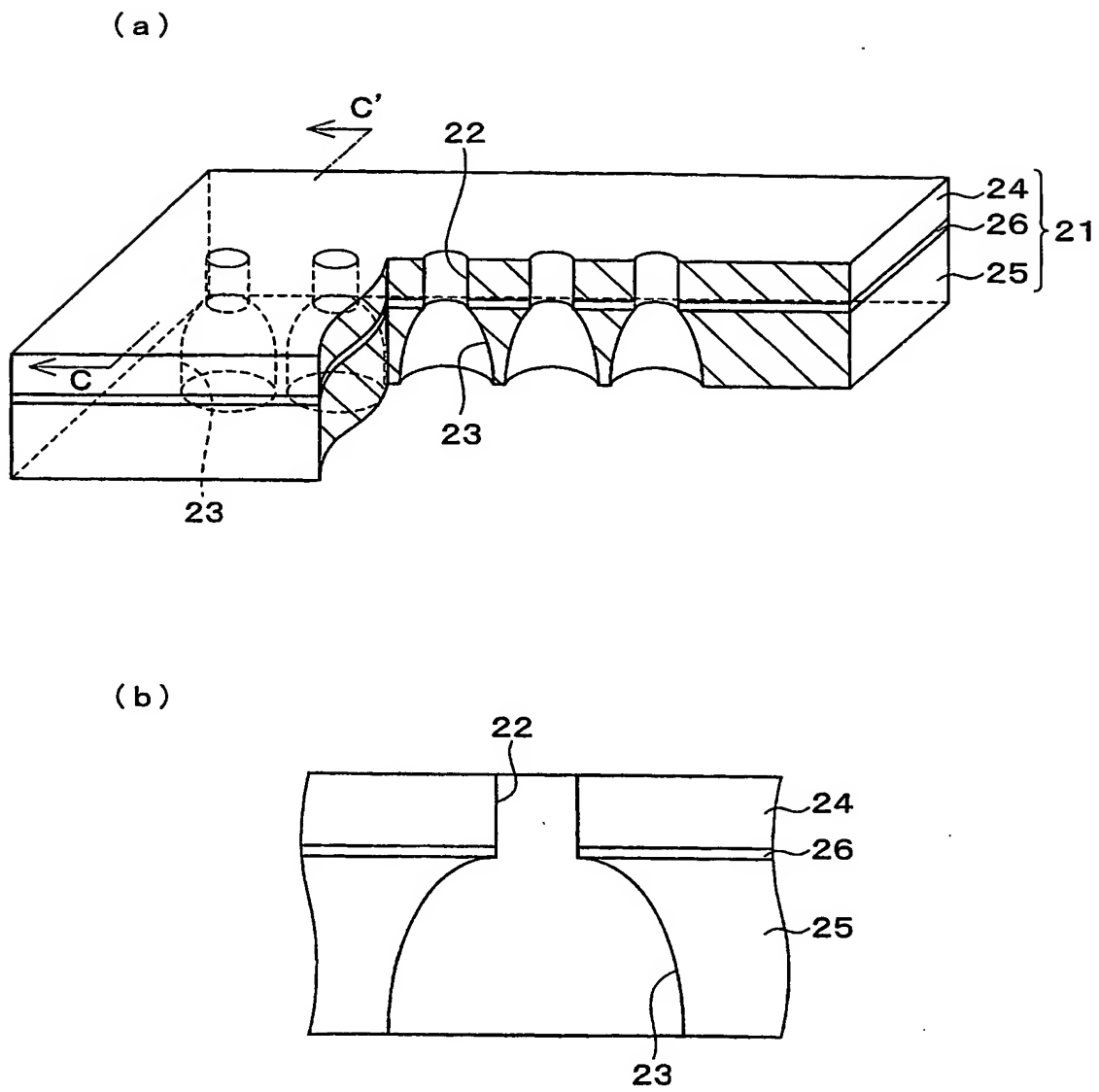
(a)



(b)



【図 11】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 高い形成精度の第1ノズル穴（オリフィス）を備え、かつ、反り等の変形のおそれの少ないノズルプレートおよびその製造方法を提供する。

【解決手段】 液状物質を吐出する第1ノズル穴11aを有する第1ノズル層1と、第1ノズル穴11aと連通し、上記液状物質の供給を受ける第2ノズル穴11bを有する第2ノズル層2との間に、第1ノズル層1よりエッチングに対する耐性が高い遮蔽層3を介在させたノズルプレート8において、上記遮蔽層3は、第1ノズル穴11aおよび第2ノズル穴11bが連通する連通部の周囲に、局所的に形成されていることを特徴とするノズルプレート。

【選択図】 図1

特願 2003-185637

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005049]

1. 変更年月日

1990年 8月29日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

氏 名

シャープ株式会社